#1 UK Bestseller

MANA YANG LEBIH BANYAK, ORANG HIDUP ATAU ORANG MATI?



&

MENGAPA RAMBUT MENJADI UBAN?



DAN 112 PERTANYAAN LAIN

Mick O'Hare

Sekedear Berbagi Ilmu

&

Buku

ATTENTION!!!

PLEASE RESPECT THE AUTHOR'S COPYRIGHT
AND
PURCHASE A LEGAL COPY OF THIS BOOK

AnesUlarNaga

Find more book at http://berbagiebooks.blogspot.com/

Mana Yang Lebih Banyak. Orang Mati Atau Orang Hidup? & Mengapa Rambut Menjadi Uban?

Dan 112 Pertanyaan lainnya

Mick O'Hare

Mana Yang Lebih Banyak,
Orang Mati Atau Orang Hidup?
&
Mengapa Rambut Menjadi Uban?

Diterjemahkan dari Why Don't Penguins' Feet Freeze?
karya Mick O'Hare
Copyright © 2006, Mick O'Hare

Hak cipta dilindungi undang-undang
All rights reserved

Pewajah Sampul: Alpha M. Febrianto
Pewajah Isi: Ahmad Bisri
Ilustrasi Isi: Pandu Kris Pamungkas
Penerjemah: Alpha M. Febrianto
Penyunting: Alex Tri Kantjono Widodo
Cetakan I: April 2007

ISBN: 979-1238-37-5

UFUK PRESS
PT. Cahaya Insan Suci
Jl. Warga 23A, Pejaten Barat, Pasar Minggu
Jakarta Selatan 12510, Indonesia
Phone: 62-21-7976587, 79192866
Homepage: www.ufukpress.com
Blog : http://ufukpress.blogspot.com
Email : info@ufukpress.com

Daftar Isi

Daftar Isi 3

Pendahuluan 7

1. Tubuh Kita 9

[?] Bersin karena cahaya 9

[?] Bukan tak ada manfaatnya 10

[?]Serba abu-abu 11

[?] Ujung jemari yang berkerut-kerut 11

[?] Minuman keras, narkoba, atau cuma linglung 12

[?] Kaki kiri dulu 13

[?] Tertawa tak tertahan 14

[?] Kawat beraliran listrik 15

[?] Kidal itu sial? 17

[?]Tanpa ketombe 17

[?] Pengaruh gas 18

[?] Gelombang otak 18

[?] Konsentrasi 20

[?] Apa sih bunyi berderak itu? 21

[?] Warna-warni yang hilang 21

[?] Kuburan dan penghuninya 22

[?] Beginilah hidup 24

[?] Zzzzzappp 25

[?] Memancing ke dalam hidung 27

2. Anda Baik-baik Saja? 29

[?] Tolak angin supaya tidak masuk angin 29

[?] Bukan begitu 30

[?] Auh! 31

[?] Serak-serak basah, eh kering 32

[?] Pilek lagi, pilek lagi 32

[?] Semua dalam pikiran 33

[?] Auh! Lututku nyeri... 35

3. Tumbuhan dan Hewan **37**
[?] Kabur dari akuarium 38
[?] Mbeeek 38
[?] Ikan goreng 40
[?] Ikan yang kembung 40
[?] Kaki yang dingin 41
[?] Ikan terbang 43
[?] Bukan gudang bubur (mush room) 44
[?] Semut yang sakti! 45
[?] Bagaimana dengan serangga kecil? 47
[?] Lintasan terbang seekor tawon 47
[?] Menaklukkan conker 48
[?] Betul sekali 50
[?] Tanda keberuntungan 52
[?] Merah atau putih? 53
[?] Tukar tempat 54
[?] Bagaimana baunya? 55
4. Makanan dan minuman **57**
[?] Cadas yang transparan 58
[?] Sampai ke atas 60
[?] Krisis (karena) bawang 61
[?] Pertanyaan orang-orang berkelas 63
[?] Satu atau Dua? 64
[?] Pusaran 67
[?] Arahkan dan tumpahkan 69
[?] Masalah menggoreng 70
[?] Makanan yang sudah tidak segar 73
[?] Menjadi berserat 74
[?] Ada yang gila di Microwave 75
[?] Lebih suka terapung 77
[?] Telur vulkanisir 78
[?] Masalah selera 80
[?] Mana sih yang betul? 81
5. Sains di seputar rumah **84**

[?] Memberantas jamur 84
[?] Yang panas-panas 85
[?] Lebih akrab dengan lem 89
[?] Bau dari neraka 90
[?] Masalah pita perekat 91
[?] Siulan sebuah ketel 91
[?] Masalah tombol 92
[?] Citra cermin 93
[?] Disegel dengan cahaya 94
[?] Jeli yang jumpalitan 96
[?] Bukan Klingon 97
[?] Kantung keresek 98
[?] Klik, ... Wah padam! 98
6. Planet kita, Jagat raya kita 101
[?] Mengirup napas dalam 103
[?] Kekacauan seputar tengah hari 104
[?] Hari cerah yang biru 106
[?] Teka-teki Cina 107
[?] Pasang yang membingungkan 108
[?] Eh, asin... 110
[?] Energi yang hilang 111
[?] Dunia yang makin padat 111
[?] Salju pun akan tertawa 112
[?] Bintang yang memudar 113
7. Ketika cuaca sedang aneh 115
[?] Petir yang selalu menyambar 115
[?] Kekuatan gelombang 115
[?] Langit yang makin mendung 117
[?] Kacamata gaya yang otomatis 117
8. Seputar Transportasi 120
[?] Lampu lalu lintas 120
[?] Situasi yang dipengaruhi tekanan 122
[?] Logam juga bisa lelah 123
[?] Brak! 124

[?] Untung ada lubang ... 125
[?] Kecil dan kurang tinggi ... 126
[?] Di tikungan ... 128
[?] Hei, ini atas atau bawah? ... 129
[?] Air raksa, berguna tapi berbahaya ... 130
[?] Eskalator ... 131
[?] Kincir air ... 132
9. Yang terbaik dari yang masih ada ... 135
[?] Peluru nyasar ... 135
[?] Tersesat di hypermart ... 137
[?] Bisnis kotor ... 139
[?] Uang plastik yang gagal ... 141
[?] Selamat atas kepulangan Anda ... 142
[?] Tar ... Tar ... Tar 143
[?] Mengurung cahaya ... 144
[?] Pukulan maut ... 146
[?] Ruang udara ... 149
[?] Kebijakan deflasi ... 151
[?] Lift yang terjun bebas ... 152
[?] Sama-sama karbon tapi tidak hitam ... 153

Pendahuluan

Buku yang mendahului edisi asli buku ini, Does Anything Eat Wasps? , merupakan fenomena yang mengejutkan dunia Penerbitan di pengujung tahun 2005. Kumpulan tanya jawab eputar sains yang diambil dari kolom Last Word di majalah New Scientist, Inggris, ternyata mampu bertengger didaftar buku terlaris, membuat para pengasuh kolom yang telah berusia 13 tahun ini terpana sekaligus terpesona. Yang lebih istimewa lagi adalah kenyataan bahwa Does Anything Eat Wasps? Sesungguhnya merupakan kumpulan tanya jawab yang ketiga dari kolom yang sama. Dua kumpulan yang pertama menghasilkan penjualan biasa-biasa saja, dalam arti tidak sampai masuk ke dalam daftar buku terlaris. Ini, apabila direnungkan, disayangkan sekali, sebab kedua kumpulan pertama terbut berisi beberapa pertanyaan yang mengungkapkan dengan tepat sekali peran kolom The Last Word dalam majalah New Scientist, yakni menjawab pertanyaan-pertanyaan yang dianggap aneh, nyeleneh serta remeh.

Misalnya, Mengapa ingus berwarna hijau? Mengapa keju menjadi berserat ketika dipanggang? Mengapa kertas perak membuat tambalan gigi terasa ngilu? Dan, tentu saja, mengapa kaki penguin tidak beku? Barangkali yang lebih penting, kedua buku pertama itu juga berisi jawab atas pertanyaan-pertanyaan yang diajukan setiap minggu oleh para pembaca yang baru belakangan menemukan kolom The Last Word. Tampaknya semua orang ingin tahu mengapa langit berwarna biru atau mengapa rambut berubah menjadi kelabu.

Yang menarik, pertanyaan paling populer ketika kedua buku Last Word yang pertama diterjemahkan ke dalam bahasa Jerman adalah

"Mengapa burung yang sedang tidur tidak terjatuh dari pohon?"

Ini menjadi judul paling panjang untuk buku New Scientist yang pernah diterbitkan di mana pun di dunia Warum fallen schiafende Vogei nicht nom Baum? . Dan walaupun judul bahasa Inggris buku ini, Why Don't Penguins' Feet Freeze? masih kalah panjang, buku ini sampai sekarang masih paling tebal dan memiliki koleksi paling baik di antara kumpulan tanya-jawab Last Word yang pernah diterbitkan. Karena merasa bahwa kedua buku yang pertama perlu dibaca oleh sidang pembaca yang lebih luas, kami sengaja memasukkan tanya-jawab terbaik dari situ untuk melengkapi bahan-bahan terbaru dari kolom majalah mingguan populer yang sama.

Kami percaya bahwa secara keseluruhan buku ini akan membuat Anda terus terhibur selama beberapa pekan mendatang.

Does Anything Eat Wasps? mendapatkan sambutan yang hangat dari kalangan media, yang membuat saya tersipu-sipu setiap kali ditanya mengapa buku saya begitu laris. Sudah barang tentu, yang betul adalah: ini bukan buku saya sama sekali; buku ini buah karya para pembaca New Scientist. Ingat, semua yang Anda lihat di sini dikirimkan oleh parakontributor kolom The Last Word, baik untuk edisi cetak mingguan New Scientist maupun untuk edisi oniine. Ribuan pertanyaan diajukan setiap tahun dan jawaban yang masuk kurang lebih sama banyak. Maka jika Anda ingin menanyakan sesuatu seputar sains kepada sesama pembaca New Scientist, silakan berkunjung ke http://www.newscientist.com/lastword.ns atau membeli majalah mingguannya. Bahkan lebih baik lagi, apabila menurut teman-teman Anda, Anda termasuk orang yang serba tahu, barangkali Anda orang yang kami cari. The Last Word dapat menjadi rumah yang alami bagi Anda, jadi mengapa tidak membantu kami menjawab pertanyaan-pertanyaan yang tak pernah habis ke kolom ini? Tanpa masukan dari pembaca, kolom The Last Word tidak akan bertahan dan, asal tahu

saja, sampai sekarang belum ada yang menemukan cara terbaik untuk menjadikan conker cukup kuat supaya bisa menang terus ketika diadu.

Selamat menikmati buku ini dan semoga pertanyaan terus mengalir masuk.

Mick O'Hare

1. Tubuh Kita

[?] Bersin karena cahaya

Saya menyimak banyak orang memiliki kecenderungan bersin sewaktu mereka pindah dari kondisi gelap ke kondisi terang benderang. Apa penyebabnya?

D. Boothroyd

Harpenden, Hertfordshire, Inggris

Sejumlah foton masuk ke dalam hidung Anda. Itu sebabnya!

Steve Joseph

Sussex, Inggris

Menurut saya jawabnya mungkin cukup sederhana: ketika cahaya matahari menyinari suatu daerah, khususnya yang terlindungi atau tertutup oleh kaca, tempat itu mengalami kenaikan temperatur lokal yang tidak sedikit. Ini menyebabkan udara di situ menjadi hangat dan bergerak ke atas. Aliran udara tersebut biasanya mengangkut berjuta-juta partikel debu dan bulu-bulu. Partikel-partikel inilah yang secara harfiah masuk ke dalam hidung seseorang ketika ia mendatanginya. Itu sebabnya ia bersin.

Alan Beswick

Birkenhead, Merseyside, Inggris

Saya, ibu saya, dan salah seorang saudari saya mengalami kejadian ini. Saya merasa bahwa kecenderungan ini genetik dan, meskipun penyebabnya belum jelas, ada keuntungan evolusioner yang dianugerahkan kepada kami. Saya telah bertanya kepada banyak orang, ternyata orang yang bersin karena cahaya (sunsneezer) seperti kami tidak banyak. Kendatipun demikian, dengan lapisan ozon yang menipis dan makin banyak cahaya ultraviolet menembus atmosfer bumi, makin besar bahaya yang dapat terjadi ketika mata kita terkena cahaya matahari secara langsung. Kami, para pemilik gen bersin keberuntung terhindar dari bahaya tersebut, sebab mata kami tomatis terpejam sewaktu kami bersin! Jadi, sementara ebagian besar orang pelan-pelan mengalami kebutaan, kami secara alami terpilih untuk tidak mengalaminya.

Alex Hallatt

Newbury, Berkshire, Inggris

Kecenderungan bersin ketika diterpa cahaya benderang disebut photic sneeze. Ini sebuah sifat genetik yang diturunkan dari satu generasi ke generasi berikutnya dan dialami oleh antara 18 persen hingga 35 persen penduduk dunia. Bersin terjadi akibat gerak refleks yang berfungsi melindungi mata (dalam hal ini ketika orang tiba-tiba masuk ke tempat yang terang benderang) dan kebetulan hidung tergabung dalam sistem yang sama. Photic sneeze dianggap berbahaya bagi pilot pesawat tempur, terutama ketika mereka tiba-tiba harus berbelok menghadap matahari atau tiba-tiba terkena cahaya lampu sorot pasukan artileri pertahanan udara musuh pada malam hari.

R. Eccles

Common Cold and Nasal Research Centre, Cardiff, Inggris

Berikut ini beberapa pandangan orang zaman dahulu tentang bersin yang dipicu oleh cahaya benderang, diambil dari karya Francis Bacon Sylva Syfvarum (London: John Haviland for William Lee, 1635, halaman 170): "Memandang ke arah Matahari sungguh membuat orang Bersin. Penyebabnya, bukan karena cahaya Matahari memanaskan Hidung; sebab Menutup Hidung dari terpaan cahaya Matahari, walaupun membuat orang Berkedip, akan mengatasinya; Akan tetapi penyebabnya adalah Cairan Otak yang Tersedot turun.

Sebab ini akan membuat Mata Berair; Dan Cairan yang turun ke Mata kemudian turun pula ke Hidung, akibat Gerak yang Disengaja; Dan ini diikuti dengan Bersin; Sebaliknya, Menggelitik bagian dalam Hidung, ternyata bisa menurunkan Cairan ke Hidung, dan ke Mata dengan sengaja; Karena cairan ini juga air. Akan tetapi, berdasarkan pengamatan, ketika seseorang tiba-tiba ingin Bersin, Menggosok-gosok Mata, sampai penuh dengan Air, akan mencegahnya.

Alasannya, Cairan yang seharusnya turun ke Hidung, dialihkan ke Mata."

C. W. Hart

Smithsonian Institution Washington DC, AS

[?] Bukan tak ada manfaatnya

Mengapa kita memiliki sidik jari? Apa manfaatnya sehingga sidik jari tidak hilang dari proses evolusi?

Mary Newsham

London, Inggris

Sidik jari bermanfaat ketika kita sedang memegang sesuatu dalam berbagai situasi. Prinsip kerjanya sama dengan prinsip kerja ban mobil. Sementara permukaan yang halus baik untuk memegang dalam kondisi kering, mereka tidak berguna dalam kondisi basah. Maka alam mengembangkan sebuah sistem arit dan pematang, untuk membantu mengalirkan air dari permukaan jemari, supaya tetap ada bagian-bagian kering ang dapat mencengkeram secara lebih baik. Sedangkan polanya yang unik kebetulan berguna bagi pihak kepolisian ntuk mengidentifikasi seseorang.

James Curtis

Bradford, West Yorkshire, Inggris

Sidik jari adalah bagian yang kelihatan, mirip tanggul dan arit, tempat epidermis kulit melesak ke dalam dermis, membentuk sebuah struktur saling mengunci (sama seperti ketika jemari tangan kanan berpegangan dengan jemari tangan kiri). Ini memberi perlindungan terhadap tegangan dari samping (shear stress), yang bisa membuat kedua lapisan kulit terpisah dan bisa menyebabkan cairan terjebak di antaranya (blister). Struktur ini terbentuk di permukaan kulit yang cenderung mengalami shear stress, misalnya jari tangan, telapak tangan, jari kaki, dan tumit. Pola yang unik terjadi semata-mata karena cara pembentukan tanggul dan parit yang sangat acak.

Keith Lawrence

Staines, Middlesex, Inggris

[?]Serba abu-abu

Mengapa rambut berubah menjadi abu-abu (uban)?

Keren Bagon

Radlett, Hertfordshinre, Inggris

Abu-abu (atau putih) pada dasarnya adalah "warna" dasar rambut kita. Sel-sel pigmen yang terletak di dasar tiap kantung rambut (follicle) menghasilkan warna dominan alami yang kita miliki sejak lahir. Bagaimanapun, ketika seseorang semakin berumur dan mencapai usia pertengahan, makin banyak sel pigmen seperti ini yang mati maka hilang pula warna rambut yang berpangkal pada kantung rambut yang sama. Akibatnya rambut orang itu secara berangsur-angsur berubah menjadi abu-abu, makin lama makin merata.

Seluruh proses ini barangkali berlangsung antara 10 hingga 20 tahun—jarang ada orang yang seluruh ram butnya (yang, tergantung tingkat kerontokan, bisa mencapai ratusan ribu helai) berubah menjadi abu-abu dalam semalam. Yang menarik, sel-sel pemberi warna sering mempercepat produksi pigmen sewaktu usia kita bertambah, maka rambut kadangkadang menjadi gelap untuk beberapa lama sebelum sel-sel pigmen itu mati.

Bob Barnhurst

Pointe-Claire, Quebec, Kanada

[?] Ujung jemari yang berkerut-kerut

Mengapa kulit terutama pada jari tangan dan jari kaki menjadi berkerut sesudah berlama-lama berendam dalam air?

Lloyd Unverfirth

Wahroonga, New South Wales, Australia

Ujung-ujung jari tangan dan jari kaki ditutup dengan lapisan kulit yang tebal dan kuat yang, ketika direndam berlama-lama dalam air, menyerap air dan memuai. Akan tetapi karena ruang untuk pemuaian tidak memadai, pemuaian tersebut menyebabkan lapisan kulit terlipat-lipat.

Steven Frith

Rushden, Northhamptonshire, Inggris

Bagian tubuh kita yang lain tidak menjadi keriput karena kulit di situ mempunyai sebuah lapisan tahan air, keratin, di permukaan, yang mencegah kelebihan atau kekurangan air. Pada tangan dan kaki, terutama pada jari kaki dan jari tangan, lapisan keratin ini terus menerus rusak karena gesekan. Air dengan demikian dapat masuk ke dalam sel-sel melalui osmosis dan membuat lapisan kulit di situ menggelembung.

Robert Harrison

Leeds, West Yorkshire, Inggris

[?] Minuman keras, narkoba, atau cuma linglung

Mengapa ketika saya pulang dari pub setelah menenggak beberapa gelas bir, saya lebih sering sempoyongan ke kiri daripada ke kanan ?

Chris Wood

Liverpool, Inggris

Sebuah situasi yang sama terjadi ketika orang tersesat di hutan pinus atau gurun yang luas. Walaupun mereka bermaksud berjalan lurus, apabila pemandangan di depan sekilas sama tanpa benda apa pun yang dapat dijadikan panduan, kebanyakan orang tanpa sadar berjalan agak ke kiri sehingga mereka berjalan membentuk sebuah lingkaran besar yang berlawanan arah jarum jam. Akibatnya mereka kembali ke titik semula.

Penyebabnya, kebanyakan orang mempunyai kaki kanan yang lebih kuat dan lebih luwes. Ini sesuatu yang biasa dalam ilmu olahraga, dan kebanyakan orang yang pernah menjalani uji kekuatan kaki dapat membenarkan pandangan ini. Kebanyakan orang juga menemukan mereka bisa mengangkat kaki kanan mereka sedikit lebih tinggi daripada ketika mengangkat kaki kiri. Kaki kanan memiliki jangkauan langkah lebih jauh daripada kaki kiri, maka ketika orang tidak memperhatikan petunjuk arah mereka cenderung membuat lintasan berbentuk lingkaran.

Begitu pula, dengan kaki kanan sedikit lebih kuat berarti ketika Anda menjejakkan kaki dengan kaki kanan, dorongan ke kiri agak lebih kuat daripada dorongan ke kanan oleh kaki kiri.

Kombinasi langkah lebih lebar dan dorongan lebih kuat sudah barang tentu menyebabkan kebanyakan orang menempuh lintasan berlawanan arah jarum jam sewaktu berjalan jauh di gurun pasir, misalnya.

Han Ying

Loke Edinburgh, Inggris

Tubuh kita tidak pernah betul-betul simetris. Dalam hal ini, kaki kanan mungkin lebih panjang daripada kaki kiri. Sedikit ganjal pada sepatu sebelah kiri kelihatannya dapat mengatasi masalah ini dengan mudah.

J. Jamieson

Marlow, Buckinghamshire, Inggris

Setiap orang mempunyai sebelah mata yang lebih dominan dan lebih handal dibanding sebelah mata yang lain. Secara naluri, kita mencoba berjalan ke tempat yang paling jelas bagi kita (walaupun biasanya kita mengoreksi kecenderungan ini supaya berjalan lurus). Maka sewaktu kita tersandung, kita lebih mungkin sempoyongan ke arah mata yang dominan.

Ini karena otak, ketika mencoba memulihkan keadaan, harus bereaksi cepat dan memberi bobot lebih berat kepada infomasi yang berasal dari mata dominan untuk memutuskan ke mana kita harus menjejak guna menjaga keseimbangan. Oleh sebab itu ketika kaki cenderung terarah ke suatu posisi di salah satu sisi tubuh tempat mata dominan terletak, hasilnya adalah kita sempoyongan ke arah itu. Dalam hal ini mata dominan orang yang mengajukan pertanyaan adalah mata sebelah kiri.

Fenomena ini dapat digunakan untuk menggiring hewan ternak-cukup dengan menutup sebelah mata, mereka akan cenderung berjalan ke arah mata yang masih

melihat.

Adrian Baugh

Shrewsbury, Shropshire, Inggris

Penanya jelas telah berjalan ke pub dengan uang kecil di saku kanan dan kunci rumah di saku kiri. Sesudah menghabiskan semua uangnya untuk bir berat kunci di saku kiri menariknya ke kiri sewaktu berjalan pulang.

Simon Thorn

Perth, Tayside, Inggris

Peneliti di Department of Physics di Auckland University pernah mengadakan konsultasi tentang masalah ini dan teori kami yang paling populer diturunkan dari sebuah penerapan hukum gravitasi sederhana yang dihimpun dari pengalaman kami sehari-hari sepulang dari pub di Auckland.

Uang yang bernilai lebih kecil dari satu dolar Selandia Baru kebanyakan dalam wujud koin, sebagian mempunyai ukuran besar sekali. Pada malam hari di pub, penggemar minuman ini meraup sejumlah besar uang logam seperti ini dalam saku mereka. Dengan mengandaikan keping uang Inggris hampir sama besar dan si penanya mempunyai kebiasaan membawa uang logam di saku sebelah kiri, hukum gravitasi sederhana mengatakan bahwa langkahnya akan cenderung ke sebelah kiri. Bukan tidak lazim jika sebagian orang Selandia baru dalam situasi seperti ini akhirnya berjalan membentuk lingkaran.

Nelson Christenson

University of Auckland, Selandia Baru

Setelah berdiri berjam-jam di sebuah pub dengan gelas bir di tangan kanan, tak dapat dielakkan bila Anda secara tidak sadar masih menyeimbangkan bobot gelas, dan karena itu sempoyongan ke sebelah kiri. Kebalikannya dapat terjadi pada peminum bir bertangan kidal.

Dari email, tanpa nama dan alamat

[?] Kaki kiri dulu

Mengapa ketika dua orang berjalan bersebelahan mereka sering secara tak sadar mulai berjalan secara sinkron. Apakah ini naluri alami?

Simon Apperley

Cheltenham, Gloucestershire, Inggris

Pakar zoologi dan spesialis perilaku manusia, Desmond Morris, berkata bahwa alasan orang mulai berjalan seperti orang lain adalah mereka mempunyai suatu kebutuhan bawah sadar untuk menunjukkan kepada sang teman bahwa mereka sependapat dengan mereka dan karena itu cocok sekali dengan mereka. Ini juga sebuah isyarat bagi orang lain bahwa “kami bersama, maka kami selaras."

Penelitian lain menunjukkan bahwa kita juga cenderung meniru perilaku orang yang bersama kita, terutama atasan kita, misalnya dengan menyilangkan kaki ke arah yang sama. Ini sering terjadi dalam sebuah rapat, ketika bos menggaruk hidung, banyak orang lain ikut melakukannya tanpa sadar.

Adithi
Hong Kong

Walaupun pandangan berikut sama sekali tidak didukung oleh bukti, saya mempunyai jawab untuk pertanyaan mengapa orang cenderung menyelaraskan langkah-langkah mereka. Sewaktu memperhatikan sekelompok anak berjalan-jalan di sebuah taman belum lama ini, yang diawasi oleh dua orang dewasa, saya melihat bahwa kedua orang dewasa itu menyelaraskan langkah-langkah dan arah berjalan mereka, sementara anak-anak berjalan, berlarian, dan berlompatan secara acak, ada yang jauh di depan, ada yang ketinggalan, dan ada yang menyimpang dari lintasan bersama.

Barangkali anak-anak ini, yang belum tercemari oleh keharusan menyesuaikan diri dan menyeragamkan diri dalam masyarakat, belum tahu bahwa kalau sudah dewasa kelak mereka belum tentu sebebas itu.

Todd Collins
Wagga Wagga, New South Wales, Australia

Apabila lain kali Anda berjalan bersama seseorang, berjalanlah dengan irama lebih lambat, tetapi sambil meneruskan percakapan Anda dengannya. Anda akan tertinggal dan percakapan akan terhenti. Ketika Anda berjalan seirama, lebih mudah bagi teman Anda untuk mengetahui posisi Anda sehingga tahu ke mana ia harus menoleh.

Komunikasi dengan seseorang lebih mudah apabila Anda berdekatan dan ketika posisi muka relatif stabil alih-alih naik turun tak menentu.

Harnish
Lewat email, tanpa alamat

Berikut ini sebuah penjelasan yang tidak dihubung-hubungkan dengan ilmu sosial. Ketika orang berjalan mereka cenderung sedikit berayun ke kanan dan ke kiri. Apabila dua orang berjalan berdampingan tetapi tidak selaras, mereka akan beradu bahu setiap dua langkah.

Peter Verstappen
Kaleen, ACT, Australia

[?] Tertawa tak tertahan

Mengapa ketika Anda mengelitik tubuh sendiri Anda tidak tertawa, tetapi ketika orang lain melakukannya, Anda tidak tahan ?

Daniel Takken (7 tahun) dan Nicolas Takken (9 tahun)
Wageningen, Negeri Belanda

Ketika seseorang mengeiitik Anda dan Anda berusaha tetap santai, Anda mungkin tidak terpengaruh. Tentu saja, bertahan untuk tetap santai pasti sulit, karena gelitik membuat kebanyakan orang menjadi tegang, misalnya pada orang yang enggan kontak fisik dengan orang lain, atau orang yang kurang yakin apakah perlakuan ini akan membuat mereka geli atau takut. Bagaimanapun, ada orang yang tidak mudah geli— yakni orang yang karena alasan tertentu tidak menjadi tegang.

Sewaktu Anda menggelitik diri sendiri Anda memiliki kendali yang penuh atas situasi. Tak ada perlunya menjadi tegang, maka reaksi pun tak ada. Anda akan melihat efek yang sama apabila Anda memejamkan mata, bernapas dengan tenang dan mencoba santai ketika lain kali seseorang menggelitik Anda.

Tawa di sini terjadi akibat panik ringan yang Anda alami. Ini barangkali tidak konsisten dengan teori survival of the fittest, sebab panik menjadikan Anda lebih rentan. Akan tetapi seperti dalam banyak kasus, alam tidak harus sesuai dengan logika kita.

Sigurd Hermansson

Stockholm, Sweden

[?] Kawat beraliran listrik

Ketika Anda terlempar jauh ke arah horizontal sesudah menyentuh sebuah konduktor listrik yang hidup, dari manakah gaya yang menyebabkannya? Katanya sebuah reaksi terjadi karena ada aksi, tapi di sini jelas tak ada aksi mendorong dari konduktor listrik tersebut.

John Davies

Ahmadi, Kuwait

Gaya itu berasal dari otot-otot Anda sendiri. Ketika sebuah arus listrik menjalar melalui tubuh Anda, otototot terangsang untuk berkontraksi secara kuat—sering lebih kuat dibanding ketika kontraksi terjadi secara sengaja.

Biasanya tubuh menetapkan batas-batas sesuai proporsi serat-serat otot yang dapat berkontraksi secara sengaja sekaligus.

Stres yang ekstrem dapat menyebabkan tubuh menaikkan batas-batas ini, yang memungkinkan pengerahan tenaga lebih besar dengan risiko cedera. Inilah dasar dari efek "kekuatan histerik" yang diketahui memungkinkan seorang ibu mengangkat sebuah mobil ketika anaknya terperangkap di bawahnya, atau memungkinkan orang sakit jiwa memiliki kekuatan lebih besar daripada beberapa perawat normal sekaligus.

Ketika otot terangsang oleh sebuah arus listrik, batas yang diprogramkan tadi tidak berlaku, maka kontraksinya bisa luar biasa. Arus listrik biasanya mengalir dari sebelah tangan, lewat perut, dan keluar dari salah satu atau kedua kaki, yang dapat menyebabkan otot-otot di seluruh tubuh berkontraksi secara sekaligus. Hasilnya tak dapat diramalkan, tetapi mengingat kekuatan otot-otot kaki dan punggung, sengatan listrik sering dapat membuat korban melayang jauh dari tempat kejadian tanpa gerak yang disengaja sama sekali. Akibat kejutan yang tak terduga itu Anda akan merasa seolah-olah terlempar meskipun sesungguhnya Anda melempar diri sendiri.

Jarak terbang orang yang tersengat listrik bisa menakjubkan.

Dalam suatu kasus seorang perempuan sedang berada di sebuah pelataran parkir yang basah sewaktu petir tiba-tiba menyambar.

Ketika sadar ia menemukan diri berada di tempat berjarak sekitar 12 meter dari tempat ia tersambar petir. Bagaimanapun dalam kasus ini ada pula gaya fisik yang terjadi akibat ledakan uap (steam explosion), ketika air pada tubuhnya dan di sekitar tempat ia berdiri langsung mendidih oleh sambaran petir.

Perempuan ini selamat, tetapi sebagian tubuhnya lumpuh akibat kerusakan saraf dan cedera lain.

Efek samping yang umum ketika orang tersengat listrik sampai terlempar jauh,

selain memar-memar dan cedera lain, adalah otot yang koyak akibat kontraksi-kontraksi otot yang ekstrem.

Kejadian ini juga dapat merusak sendi serta jaringan penghubung.

Ahli fisioterapi, chiropractor, dan pakar osteopathy mungkin lebih suka meminta pasien baru andai mereka pernah terkena sengatan listrik.

Terlempar jauh oleh sengatan listrik barangkali menguntungkan bagi seseorang karena kontak listrik menjadi terputus. Dalam kasus-kasus lain, khususnya apabila sumber listrik terdapat pada benda yang sedang mereka pegang, tangan korban sering terkunci pada benda itu. Mereka tak mampu melepaskan diri dan, tanpa campur tangan orang lain, mereka bisa tewas karena fibrilasi jantung atau oleh kejutan listrik. Saya teringat sebuah kabar burung tentang sebuah mikrofon yang tidak dibumikan (grounding) dengan baik sehingga menyebabkan seorang penyanyi rock yang memakainya tiba-tiba tak bisa melepaskannya. Repotnya, berguling-guling sambil menjerit-jerit merupakan gaya khas sang penyanyi rock pada setiap pertunjukannya. Agak lama kemudian baru salah seorang anggota tim sadar bahwa kejadian kali ini bukan sebuah atraksi, maka aliran listrik segera dihentikan.

Roger Dearnaley

Abingdon, Oxfordshire, Inggris

Menarik sekali mempermasalahkan mengapa korban sengatan listrik cenderung terlempar jauh alih-alih diam terpaku seperti patung beku. Ini karena sebagian kelompok otot mendominasi kelompok otot yang lain. Bandingkan ini dengan efek otot yang tampak pada penderita stroke. Ketika stroke yang terjadi cukup parah sehingga tak ada kontrol dari otak sama sekali terhadap salah satu sisi tubuh, lengan korban tertekuk (pergelangan menekuk dengan jemari menunjuk ke arah pergelangan, siku juga tertekuk sampai lengan bagian bawah bertemu dengan lengan bagian atas) sedangkan kaki lurus (lutut lurus, pergelangan kaki juga lurus sehingga jemarinya menunjuk ke tanah).

Ini karena tanpa kontrol dari otak, refleks dari saraf punggung menjadikan semua kelompok otot aktif, termasuk komponen-komponen yang biasanya menekuk dan lurus secara berpasangan. Dominasi salah satu kelompok otot menghasilkan efek seperti yang diterangkan di atas.

Oleh sebab itu, ketika sejumlah muatan listrik memicu semua kelompok otot, ketakseimbangan pasangan otot 'tekuk dan lurus'

menghasilkan gaya yang memadai untuk melempar seseorang dari tempat ia tersengat listrik.

Barangkali belum ada yang menganjurkannya, tetapi saya pernah mendengar bahwa jika Anda menyentuh sebuah konduktor yang dialiri listrik menggunakan punggung tangan, ini lebih aman dibanding menggunakan telapak tangan karena kejang otot akibat sengatan listrik tidak akan memaksa Anda mencengkeram konduktor, yang akan memperparah proses penyetruman (elektrokusi).

Efek terhadap jantung juga harus selalu dipertimbangkan, tetapi itu masalah yang berbeda.

John Parry

Cowling, North Yorkshire, Inggris

[?] Kidal itu sial?

Sebagai orang bertangan kidal saya senang sekaligus tersinggung oleh sebuah artikel di New Scientist yang mengatakan bahwa orang kidal mempunyai risiko lebih besar untuk meninggal karena kecelakaan. Bagaimana mungkin? Jelas bahwa orang bertangan normal memiliki peluang yang sama untuk meninggal karena kecelakaan seorang bertangan norma! perti peluang saya. Atau barangkali ada sebuah faktor x yang campur tangan?

Alan Parker

London, Inggris

Ketika menjumpai sebuah penghalang, orang bertangan normal pada umumnya akan menghindari penghalang itu dengan memutar ke sebelah kanan, sedangkan orang kidal cenderung memutar ke sebelah kiri. Apabila dua orang bertangan sama-sama normal atau sama-sama kidal mendekati sebuah penghalang dari arah berlawanan mereka akan berpapasan dengan aman tanpa bertumbukan. Apabila dua orang dengan kecenderungan berbeda mendekati sebuah penghalang dariarah berlawanan, mereka akan lewat ke sisi penghalang yang sama, dan ini dapat membuat keduanya bertabrakan. Karena kebanyakan orang tidak kidal, orang bertangan kidal akan paling sering mengalami

situasi seperti ini. Ini sebuah contoh yang sederhana, tetapi kalau ditinjau secara ekstrem dengan peluang berpapasan yang banyak sekali, peluang kecelakaan pada orang kidal jelas lebih besar.

Hannah Ben-Zci "

New York, AS

Kami kaum kidal memiliki risiko lebih besar untuk tewas akibat kecelakaan karena perkakas dan mesin industri dirancang bagi orang-orang normal. Oleh sebab itu orang bertangan kidal lebih mungkin cedera oleh alat mekanik yang sedang mereka gunakan.

Sebuah contoh yang menarik adalah senapan serbu SA-80. Ketika ditembakkan dari bahu kiri, senapan ini melontarkan selongsong peluru pada kecepatan tinggi, ke arah mata sang pengguna.

Daniel Bristow

Kew, Surrey, Inggris

[?]Tanpa ketombe

Bagaimana cara kerja shampo antiketombe?

Eugene

Melalui email, tanpa alamat Ketombe (dandruff) diyakini disebabkan oleh pertumbuhan semacam ragi yang kelewat subur seperti Pityrosporum ovale yang hidup pada kulit normal. Pertumbuhan berlebihan inimenyebabkan iritasi lokal yang mengakibatkan hiperproliferasi sel (keratinosit) yang membentuk lapisan luar kulit. Ini pada gilirannya membentuk kerak-kerak yang semakin banyak dan belakangan rontok sebagai ketombe.

Shampo antiketombe bekerja melalui tiga mekanisme. Bahan-bahan seperti tar

batubara bersifat antikeratostatik dan mereka bertugas menghambat pembelahan sel keratinosit. Deterjen dalam shampo bersifat keratolitik— mereka bertugas membongkar tumpukan kerak. Akhirnya agen antijamur seperti ketoconazole bertugas menghambat pertumbuhan jamur. Komponen-komponen lain seperti selenium sulfida juga menghambat pertumbuhan jamur dan karena itu juga menghambat pembentukan kerak.

Roddie McKenzie

University of Edinburgh, Inggris

[?] Pengaruh gas

Mengapa bicara melalui gas helium meningkatkan frekuensi suara bicara, bahkan meskipun babak transmisi akhir kepada pendengar terjadi melalui udara?

David Bolton

Mosgiel, Selandia Baru

Bunyi merambat lebih cepat dalam helium dibanding dalam udara karena atom helium (massa atom 4) lebih ringan daripada molekul nitrogen dan oksigen (massa molekul berturut-turut 14 dan 16).

Dalam suara, sebagaimana dalam semua instrumen angin, bunyi dihasilkan sebagai sebuah gelombang berdiri (standing wave) dalam sebuah kolom gas, biasanya udara. Frekuensi gelombang bunyi ketika dikalikan dengan panjang gelombangnya menghasilkan kecepatan bunyi. Panjang gelombang bersifat tetap karena bentuk mulut, hidung, tenggorokan, dan sebagainya, maka jika kecepatan bunyi bertambah, frekuensi pun harus bertambah. Begitu bunyi meninggalkan mulut, yang tidak berubah adalah frekuensi, maka bunyi tiba di telinga Anda pada titi nada (pitch) sama seperti ketika ia meninggalkan mulut si pembicara. Bayangkan ketika Anda naik sebuah rollercoaster. Selama dalam lintasannya kereta yang Anda tumpangi melaju dan melambat secara bergantian, tetapi semua kereta mengikuti pola yang tepat sama. Apabila tiap kereta diluncurkan dengan selang waktu setiap 30 detik, masing-masing akan mencapai finish pada laju yang sama, apa pun yang terjadi selama dalam perjalanan.

Dalam instrumen dawai, titi nada bergantung pada panjang, ketebalan, dan ketegangan dawai, maka instrumen tersebut tidak terpengaruh oleh komposisi udara. Oleh sebab itu melepaskan helium ke tengah sebuah orkestra yang sedang beraksi akan menciptakan kekacauan. Alat musik tiup akan mengalami kenaikan titi nada, sedangkan titi nada alat musik dawai dan perkusi boleh dikatakan tak mengalami perubahan. Dalam Song of the White Horse karya David Belford, penyanyi soprano utama harus bernapas dalam helium agar bisa meraih nada puncaknya yang sangat tinggi.

Eoin McAuley

Dublin, Irlandia

[?] Gelombang otak

Mengapa banyak sekali lipatan di permukaan otak?

Brian Lassen

Canberra, Australia

Otak mempunyai lipatan-lipatan (fissures) guna meningkatkan luas permukaan untuk korteks. Makhluk lebih rendah seperti tikus memiliki otak lebih mulus. Sebagian kerja yang berlangsung dalam otak dilaksanakan oleh beberapa lapisan sel paling atas— dengan demikian sebagian besar volume otak saling terhubung secara point to point.

Maka, jika otak perlu melakukan pengolahan data dalam jumlah besar, membuat lipatan-lipatan jauh lebih efisien daripada membentangkan permukaan otak yang mengharuskan peningkatan diameter batok kepala.

Anthony Staines

Melalui email, tanpa alamat

Menurut penelitian lipatan-lipatan itu diciptakan guna menambah luas permukaan korteks otak (cerebral cortex). Pertanyaan yang sesungguhnya adalah mengapa harus demikian. Jawabnya barangkali terletak pada jumlah relatif koneksi jarak dekat (short range connection) dan koneksi jarak jauh (long range connection) yang diperlukan.

Apabila kerja otak memerlukan koneksi-koneksi jarak dekat lebih banyak, lebih masuk akal jika unit-unit pengolah dikemas secara kompak dalam pelat-pelat tipis, yang hampir dua dimensi, sementara dimensi ketiga dicadangkan untuk koneksi-koneksi jarak jauh.

Apabila neuron-neuron terdistribusi secara homogen dalam seluruh volume otak, koneksi-koneksi jarak jauh barangkali akan lebih pendek, namun mereka akan mengambil ruang antara unit-unit komputasi otak dan karena itu memerpanjang koneksi-koneksi jarak dekat, yang berakibat volume otak keseluruhan harus diperbesar.

Janne Sinkkonen

Finlandia

Jawaban lain yang mungkin terkait dengan banyak panas yang dihasilkan dalam otak.

-**Editor**

Jaringan-jaringan otak mengonsumsi energi dalam jumlah besarbesaran maka panas yang dihasilkan harus dibuang. Letakkan tangan Anda pada kepala kemudian rasakan bahwa bagian itu lebih panas dibanding paha Anda, misalnya.

Otak pada vertebrata (hewan bertulang belakang) yang lebih rendah tidak memiliki lipatan sebanyak otak manusia karena panas yang harus dibuang relatif lebih sedikit.

Sebaliknya, manusia memiliki otak lebih besar yang harus bekerja jauh lebih keras. Lipatan-lipatan tambahan dalam otak kita berfungsi meningkatkan luas permukaan untuk pembuluh-pembuluh darah yang berfungsi membuang kelebihan panas dari kerja otak yang ekstra keras. Apabila hidup makin sulit dan otak kita dipaksa bekerja makin keras, tidak mustahil proses evolusi akan menghasilkan spesies manusia dengan lipatan-lipatan otak lebih banyak lagi guna meningkatkan kemampuan pembuangan panas yang akan dihasilkan.

Gerald Legg

Brighton, West Sussex, Inggris

Banyak vertebrata cerdas yang dikaruniai baik otak berukuran besar maupun korteks otak (cerebral cortex) yang sangat rumit.

Oleh sebab itu walaupun dolfin dan ikan hiu memiliki ukuran yang kurang lebih sama, otak dolfin ernyata lebih besar dan lebih berlipat-lipat daripada otak ikan hiu.

Kucing dan kelinci pun memiliki ukuran hampir sama tetapi kucing, sebagai hewan pemakan daging (karnivora), memiliki gaya hidup lebih kompleks, yang sudah barang tentu memerlukan kecerdasan lebih tinggi, maka kucing memiliki otak berlipat-lipat sedangkan kelinci tidak demikian.

Ukuran hewan juga sebuah faktor yang penting. Tikus, meskipun menunjukkan perilaku yang cerdas, hampir tidak memiliki lipatan dalam otak mereka sedangkan gajah dan paus memiliki otak yang bahkan lebih berlipat-lipat daripada otak manusia.

Yang menarik adalah kenyataan bahwa korteks otak lebih besar tidak berarti jumlah sel saraf korteks (cortical nerve cell) juga harus lebih besar.

Salah satu alasan untuk ini adalah bahwa rasio glia (jaringan penghubung dalam sistem saraf) terhadap neuron jauh lebih besar pada vertebrata ukuran besar. Akibatnya, korteks otak—sebuah struktur yang laminer perlu mengambil bentuk berlipat-lipat guna menampung jumlah neuron lebih besar, sementara hewan kecil tidak usah memiliki korteks berlipat-lipat.

E. Ramon Moliner

North Hatley, Quebec, Kanada

[?] Konsentrasi

Orang yang sedang menangani pekerjaan rumit cenderung meleletkan iidah dan menjepitnya di antara kedua bibir. Mengapa?

Apakah ini terjadi di semua budaya?

Steve Townsend

Tanpa alamat

Ketika Anda perlu berkonsentrasi pada sesuatu, misalnya mencari kata yang paling tepat, Anda menggunakan belahan otak yang juga digunakan untuk mengolah input motorik. Menarik sekali melihat bagaimana orang menjadi lambat ketika mereka sedang berpikir keras sambil berjalan. Ini terjadi karena kedua aktivitas ini kebetulan menggunakan bagian otak yang sama untuk pengolahannya sehingga satu sama lain saling mengganggu. Saya menduga bahwa dengan menggigit bibir atau meleletkan lidah, Anda menghentikan dahulu aktivitas motorik. Dalam hal ini kepala Anda pun terkesan kaku untuk meminimalkan gerak dan gangguan terhadap konsentrasi.

Melanie Western

Melalui email, tanpa alamat

Dalam situasi begini sebagian besar otak dikerahkan untuk mengendalikan lidah dan menerima sinyal rasa dari sana.

Barangkali dengan lidah dibuat kaku di antara gigi dan bibir, aktivitas di daerah tersebut berkurang, memungkinkan pekerjaan-pekerjaan halus seperti memasukkan benang ke lubang jarum berlangsung tanpa gangguan.

Barry Lord

Rochdale, Lancashire, Inggris

[?] Apa sih bunyi berderak itu?

Apa yang menimbulkan bunyi ketika Anda meregang buku-buku jari atau persendian iain?

Marty Brown

Melalui email, tanpa alamat

Sebuah klik atau krek sering terdengar sewaktu sebuah sendi digerakkan atau diregangkan. Ketika tekanan cairan sinovial (semacam pelumas) dalam rongga sendi berkurang, ini mungkin menciptakan gelembung gas yang kemudian pecah dengan bunyi berderak. Bunyi bisa juga terjadi ketika dua permukaan sendi tiba-tiba terpisah, yang melepaskan penyekat vakum pada sendi bersangkutan.

Bunyi berderak kadang-kadang terjadi selama terapi osteopati (semacam pijat dan urut), tetapi ini tidak membuktikan bahwa terapi itu sukses, atau kalau tidak bunyi berarti terapi gagal.

Terapi dinyatakan berhasil apabila pergerakan sendi menjadi lebih lancar dan nyaman.

Will Podmore

The British School of Osteopathy

London, Inggris

Semua jaringan lunak dalam tubuh, termasuk kapsul-kapsul sendi, mengandung nitrogen terlarut. Ketika sebuah vakum terjadi di ruang sendi karena kedua tulang ditarik menjauh, misalnya dengan meregangkan jari kuat-kuat, nitrogen mendadak keluar dari larutan dan masuk ke dalam ruang sendi sambil menimbulkan bunyi berderak.

Radiolog sering melihat gelembung gas kecil di antara tulang-tulang rawan sendi bahu pada foto sinar X dada anak-anak yang sewaktu difoto terpaksa ditahan dengan memegang kedua lengan mereka. Ini karena gaya yang digunakan untuk meronta menyebabkan nitrogen menguap ke dalam ruang sendi. Gas yang sama juga sering tampak pada sendi panggul.

Gelembung-gelembung kecil yang sangat gesit kadang-kadang tampak pada sendi panggul bayi yang diperiksa menggunakan ultrasonografi untuk menemukan dislokasi panggul bawaan. Ini biasanya terjadi karena bayi cenderung meronta dan harus dipegangi. Gelembung-gelembung menghilang beberapa saat kemudian ketika nitrogen larut kembali.

Apabila jemari kita difoto sinar X segera setelah dibunyikan, foto akan memperlihatkan sebuah kabut halus, akibat ribuan gelembung kecil tidak transparan, di antara kedua ujung ruas jari.

Tony Lamont

Mater Children's Hospital Brisbane, Queensland, Australia

[?] Warna-warni yang hilang

Tak peduli warna apa pun pada minuman yang kita konsumsi, ketika zat cair itu

akhirnya meninggalkan tubuh warna tersebut telah hilang. Apa yang terjadi?

P. Beeham

Witney, Oxfordshire, Inggris

Cairan yang meninggalkan tubuh hampir tidak berhubungan, dalam hal komposisi kimia, dengan cairan yang dikonsumsi. Bahan apa pun, entah padat atau cair, yang masuk melalui mulut dan kerongkongan, kemudian melewati sistem pencernaan, apabila tidak diserap, dikumpulkan menjadi tinja (faeces). Sebaliknya, urin diciptakan oleh ginjal dari limbah metabolisme yang terjadi dalam jaringan-jaringan dan diangkut melalui aliran darah.

Senyawa berwarna apa pun yang Anda minum entah akan atau tidak akan berinteraksi secara biokimia dengan sistem-sistem tubuh.

Apabila interaksi terjadi, peristiwa tersebut (seperti reaksi kimia lain yang dapat terjadi) cenderung mengubah atau menghilangkan warna. Apabila interaksi tidak terjadi, sistem pencernaan biasanya akan bertugas menyerapnya, maka warna itu akan muncul dalam feses yang, seperti Anda lihat, menunjukkan variasi warna lebih banyak daripada urin.

Stephen Gisselbrecht

Boston, Massachusetts, AS

Bahan-bahan berwarna dalam makanan dan minuman biasanya berupa senyawa-senyawa organik. Tubuh manusia mempunyai kemampuan yang menakjubkan dalam proses metabolisme, yakni mengubah senyawa tersebut menjadi karbon dioksida, air, dan urea yang tak berwarna. Bahan-bahan yang lebih sulit sering ditangani oleh liver, yang terkenal sebagai penghancur limbah yang andal.

Bagaimanapun, meski jarang sekali, ketika asupan bahan berwarna lebih besar dari kemampuan metabolisme tubuh secara normal, warna tersebut tidak hilang ketika cairan meninggalkan tubuh.

Ini paling sering terjadi ketika seseorang makan borsch (sup umbi bit ala Rusia) dalam jumlah banyak.

Hans Starnberg

Gothenberg, Swedia

[?] Kuburan dan penghuninya

Kakek, seorang teman beberapa waktu yang lalu digali dari kuburnya di kawasan selatan Italia dengan maksud dikuburkan kembali berdampingan dengan istrinya yang baru meninggal. Yang mengejutkan, jasadnya ternyata masih utuh dan seolah-olah tidak mengalami pelapukan sama sekali. Padahal ia telah meninggal kira-kira 30 tahun yang lalu akibat cedera dalam sebuah kecelakaan lalu lintas yang serius, dan ia dimakamkan menggunakan sebuah peti mati biasa. Apakah kejadian ini sesuatu yang biasa ? Bagaimana mungkin jasad seseorang tidak membusuk dan lapuk setelah sekian lama? Apakah tanah atau geografi sesuatu yang berperan dalam hal ini?

Kira Kay

Rosebank, New South Wales, Australia

Jenazah yang tidak menjadi lapuk sesungguhnya lebih umum daripada yang

diduga oleh banyak orang. Banyak orang kudus memperoleh pengakuan sebagai orang kudus melalui perawatan jenazah yang khusus sehingga tidak membusuk sesudah dimakamkan.

Contoh yang lebih nyata untuk ini adalah istri Dante Gabriel Rossetti. Dante, seorang penyair, ketika merasa otaknya buntu sementara ilham segar tak kunjung datang, akhirnya memutuskan menggali kubur sang istri untuk mengambil kembali kumpulan puisi yang dahulu ia kubur bersama jenazahnya. Betapa terkejut ia ketika menemukan bahwa sang istri tercinta masih tampil dengan segala kecantikannya sewaktu masih hidup.

Pengawetan macam ini terjadi ketika jaringan adipose dalam tubuh membentuk adipocere, sebuah bahan bertekstur seperti sabun atau lilin, yang terutama tersusun dari asam-asam lemak jenuh dan garam-garam asam lemak. Istilah awam untuk jenazah yang sudah terbungkus dengan adipocere adalah "mumi sabun."

Perempuan cenderung terawetkan secara lebih baik daripada laki-laki, barangkali karena mereka biasanya lebih berlemak, dan kondisi-kondisi seperti kelembaban dan kehangatan pun ikut berpengaruh. Jenazah yang diceritakan dalam pertanyaan, karena telah dikuburkan di kawasan selatan Italia, barangkali mempunyai peluang lebih baik untuk terawetkan daripada andai ia dikuburkan di tanah berlumpur yang dingin di Inggris; mayat dengan adipocere yang terawetkan dengan baik sekali telah ditemukan di Italia.

Adipocere dapat terbentuk entah dengan cepat, dalam beberapa pekan, atau sesudah beberapa tahun. Dalam kasus yang belakangan, pelapukan mungkin telah mencapai tahap lanjut sebelum pembentukan adipocere selesai. Tubuh yang kegemukan biasanya bernasib lebih baik, karena mayat orang ini mengandung air dan lemak yang cukup untuk memulai pembentukan adipocere dengan cepat, tak peduli kondisi penguburannya. Pembentukan adipocere juga lebih cepat apabila mayat dibungkus dengan kain yang terbuat dari serat buatan, berada dalam kondisi lembab, dan apabila diberi bahan pengawet seperti formaldehida (formalin).

Dalam kasus-kasus yang langka, tidak hanya lemak yang berubah menjadi adipocere, otot juga demikian. Itu lebih mungkin terjadi apabila jenazah dalam kondisi sangat baik.

Anne Rooney

Cambridge, Inggris

Supaya tubuh mengalami pelapukan dalam kubur perlu kelembaban yang cukup untuk memungkinkan jaringanjaringan mengurai baik melalui otolisis maupun kegiatan mikroorganisme, biasanya dimulai di daerah iteum dan caecurn pada usus. Dalam iklim sangat kering, termasuk di tanah yang kering, mayat akan kehilangan air, terutama oleh penguapan sewaktu bahan-bahan lebih kering di sekelilingnya menyerap air, termasuk dari mayat.

Ini bahkan dapat terjadi melalui dinding peti mati dari kayu, asalkan tanah di sekelilingnya cukup kering untuk terus menyerap air dan cuaca cukup hangat untuk mendorong penguapan.

Lokasi kubur di kawasan selatan Italia menunjukkan bahwa kondisi-kondisi tersebut ada, dan ini barangkali yang menghentikan proses pembusukan. Sesungguhnyalah, mayat yang dibiarkan di udara terbuka dapat terawetkan sebagian melalui proses ini—misalnya, di lumbung jerami, karena jerami dan udara kering di sekitarnya terus menyerap air dari tubuh mayat.

Perluasan proses ini ditemukan di kuburan-kuburan alami di daerah beriklim sangat kering dengan tanah yang dengan sendirinya juga kering, sedemikian sehingga hampir seluruh air dari jaringan tubuh terserap sampai habis. Proses ini disebut mumifikasi, dan kejadiannya yang alami di pasir kering kawasan Mesir Kuno barangkali menjadikan mumifikasi salah satu praktik kultural di kawasan tersebut.

Alan Taman

Sutton Coldfield, West Midlands, Inggris

[?] Beginilah hidup

Rumus kimia apa yang dengan akurat menggambarkan seorang manusia dewasa, dalam kaitan dengan distribusi relatif unsur-unsur (termasuk bahan pencemar)? Dan bagaimana kira-kira rumus kimia untuk bentuk kehidupan luar angkasa yang pertama kali akan kita jumpai?

Paul Montmorency

London, Inggris

"Rumus kimia" untuk orang dewasa bergantung pada sejumlah faktor, terutama apakah orang itu laki-laki atau perempuan.

Tubuh laki-laki mengandung air lebih banyak dibanding tubuh perempuan, yang memiliki lipid lebih banyak. Menurut berat, jumlah oksigen mencapai kira-kira dua pertiga tubuh, diikuti karbon 20 persen, hidrogen 10 persen, dan nitrogen 3 persen.

Unsur-unsur yang berasal dari bahan pencemar biasanya terdapat dalam jumlah sangat kecil.

Apabila tubuh manusia diuraikan sampai ke tingkat atom, kita akan sampai ke sebuah rumus empirik H_{15750} N_{310} O_{6500} C_{2250} Ca_{63} P_{48} K_{15} S_{15} Na_{10} Cl_6 Mg_3 Fe_1. Jumlah relatif atom-atom dalam rumus ini berbeda dari komposisi menurut berat karena atom-atom memiliki massa berbeda-beda.

Komposisi bentuk kehidupan luar angkasa akan bergantung pada dua faktor utama. Pertama, unsur yang membentuk 'rerangka' makromolekul-makromolekulnya. Semua bentuk kehidupan yang telah ditemukan sejauh ini memiliki basis karbon, yang dapat membentuk rantai rantai panjang dan dapat mengikat unsur-unsur lain.

Building block lain yang paling mungkin untuk makromolekul-makromolekul adalah silikon, fosfor, atau nitrogen. Kedua, pelarut untuk reaksi-reaksi biokimia yang menggerakkan tubuh.

Alternatif yang paling mungkin untuk air barangkali adalah ammonia (NH3) karena bahan ini dapat melarutkan sebagian besar molekul organik. Senyawa ini juga berada dalam wujud cair kendati berada jauh di bawah titik beku air dan banyak tersedia di ruang angkasa. Maka bentuk kehidupan luar angkasa barangkali memiliki basis silika dan ammonia.

Lauri Suoranta

Espoo, Finlandia

Unsur-unsur kimia dalam tubuh manusia dewasa terdistribusi dalam bermacam-macam gugus molekuler dan atomik. Rumusnya yang akurat dapat diekspresikan dalam bentuk standar: $7x10_{25}H_2O+9x10_{24}C_6H_{12}O_6+2x10_{24}CH_3(CH_2)_{14}+$ ... dan seterusnya. Bagaimanapun kepanjangannya akan memenuhi sebuah buku dan kita tak mungkin mengenali semua gugus yang ada. Metabolisme, yang

didefinisikan sebagai pertukaran kimia dan energi dalam makhluk yang hidup, mengandung arti bahwa rumus kimia semacam itu akan berubah secara terus menerus.

Memiliki rumus kimia untuk sebuah proses bisa bermanfaat. Apabila kita menemukan semua unsur dan menentukan semua ekspresi matematik yang berlaku bagi mereka, proses keseluruhannya dapat ditentukan. Akan tetapi ini bukan cerita selengkapnya. Hidup dicirikan oleh regulasi diri yang ekstensif dan adaptif atas urutan strukturalnya sendiri, dan menggunakan feedback control Sebuah organisme menggunakan sumberdayanya dengan cara masingmasing untuk muncul. Ada reaksi kimia yang bekerja, tetapi bagaimana mereka menjadi terpadu juga diatur oleh sebuah sistem kontrol. Ini mengandung arti bahwa selain mustahil menulis sebuah rumus yang akurat untuk manusia, upaya tersebut tidak perlu dan andai dicoba bisa membuat kita tersesat. Kehidupan terkait dengan gugusgugus kimia yang ada, tidak hanya dengan yang membentuknya.

Saya kira jawab yang sama juga berlaku untuk bentuk kehidupan luar angkasa yang entah kapan akan kita hadapi. Kita menghabiskan waktu cukup banyak untuk mencari spektrum elektromagnetik guna mendeteksi sinyal-sinyal mereka, dan sinyal yang sampai kepada kita banyak sekali. Akan tetapi bagaimana mungkin kita tahu bahwa mereka hidup? Jawabnya, menurut saya, adalah ketika mereka bisa menunjukkan beberapa ciri kehidupan: terkendali, dan tidak memiliki proses kimia yang menentukan satu untuk semuanya.

John Walter Haworth

Exeter, Devon, Inggris

[?] Zzzzzappp

Ketika orang tewas karena sengatan listrik, apa yang menyebabkannya-arus atau tegangan?

Kyle Skotzke

Bookfield, Wisconsin, Inggris

Yang paling menyebabkan kematian akibat sengatan listrik adalah ketika arus listrik lewat ke daerah jantung. Dampaknya bergantung pada lama terkena sengatan listrik, meskipun tiap orang mempunyai daya tahan berbeda-beda. Frekuensi listrik PLN

yang sekitar 50 atau 60 hertz sangat berbahaya, sehingga kuat arus yang hanya beberapa puluh miliampere pun dapat menyebabkan jantung mengalami fibrilasi. Jantung berdenyut dengan laju jauh lebih tinggi dari normal dan gagal memompa darah ke otak; kematian bisa terjadi dalam beberapa menit.

Karena tubuh memiliki hambatan listrik, kuat arus yang mengalir di dalamnya bergantung pada tegangan. Ia juga bergantung pada kelembaban kulit dan di bagian tubuh mana arus masuk kemudian keluar. Itu sebabnya sulit sekali menentukan tegangan yang aman untuk semua keperluan. Ini telah dicoba oleh gugus kerja yang membahas kejutan listrik di International Electrotechnical Committee, namun variabel yang begitu banyak menyebabkan urusan menjadi rumit.

Ada mekanisme lain yang dapat menyebabkan kematian dari kejutan atau sengatan listrik. Satu di antaranya adalah kontraksi otot. Ketika sebuah arus merambat melalui dada, ia dapat menghalangi pernapasan dan berlanjut dengan

asfiksia (kondisi kekurangan oksigen). Sekali lagi, faktor yang kritis adalah kuat arus, bukan tegangan.

Kebanyakan orang yang mengalami kejutan listrik ternyata masih hidup. Ini bukan karena mereka sakti tetapi karena biasanya ada faktor yang mereduksi arus, misalnya hambatan oleh baju atau sepatu, atau lama sengatan listrik. Alat disebut earth leakage circuit breaker (juga disebut residual current device atau ground fault circuit interrupter), yang sering dipromosikan sebagai dewa penyelamat, memang berguna untuk memperpendek lama sengatan tetapi tidak dirancang untuk mencegah kejutan listrik.

Pendek kata, yang membuat orang tewas ketika tersengat listrik adalah perpaduan antara kuat arus dan waktu.

N.C. Friswell

Gugus kerja International Electrotechnical Committee untuk kejutan listrik

Horsham, West Sussex, Inggris

Kerusakan akibat kejutan listrik bergantung pada kuat arus. Bagaimanapun, kecuali dalam kasus superkonduktor, tegangan diperlukan untuk menggerakkan arus ini sehingga perbedaannya tidak begitu nyata. Apabila hambatan pada tubuh manusia konstan barangkali tegangan dapat dijadikantolok ukur yang valid. Akan tetapi hambatan bervariasi menurut sejumlah faktor.

Sebagai contoh, kulit yang kering memberi hambatan listrik sebesar 500.000 ohm. Namun kulit yang basah menguranginya menjadi 1000 ohm hanya dua kali lebih besar daripada hambatan air garam. Maka kulit yang basah membuat kita lebih rentan terhadap bahaya listrik.

Jalur yang dilalui oleh arus listrik juga penting. Ini sebabnya berdiri menggunakan alas kaki dari bahan isolator dan mengerjakan pekerjaan listrik dengan satu tangan di belakang, sehingga arus yang akan membumi tidak melintasi dada melainkan langsung ke kaki, mengurangi peluang arus merambat melewati jantung. Jantung dapat berhenti ketika arus listrik mengalir melaluinya, dan kita dapat menderita luka bakar serius ketika energi listrik berubah menjadi panas.

Arus bolak-balik konon empat atau lima kali lebih berbahaya dibanding arus searah, karena jenis arus ini menimbulkan kontraksi otot lebih dahsyat. Arus bolak-balik juga merangsang orang berkeringat, yang sangat menurunkan hambatan kulit terhadap listrik sehingga arus yang lewat melalui seorang korban lebih banyak. Frekuensi enam puluh putaran per detik menghasilkan bahaya paling besar.

Thomas Edison mencoba memanfaatkan kenyataan ini ketika pada tahun 1886, negara bagian New York membentuk sebuah komite untuk menggantikan penggantungan dengan metode hukuman mati yang lebih manusiawi. Ia memekerjakan Harold Brown untuk menciptakan kursi listrik, menggunakan daya dari arus bolak-balik yang disukai oleh pesaing-pesaingnya dalam perebutan proyek distribusi listrik komersial. Apabila dapat digunakan untuk membunuh penjahat, Edison berharap bahwa calon konsumen akan menolak arus bolak-balik dan sebagai ganti memilih sistem arus searah yang telah dikembangkannya. Yang menyedihkan bagi Edison, taktik pemasarannya yang menghebohkan ini ternyata tidak berhasil karena sistem arus bolak-balik terbukti lebih murah dan dapat dinaikkan ke tegangan lebih tinggi untuk disalurkan secara lebih efisien ke tempat-tempat yangjauh.

Mike Follows

Willenhall, West Midlands, Inggris

Energi listrik menewaskan karena mengirimkan energi ke tempat yang tidak dikehendaki. Energi adalah hasil perkalian antara tegangan, kuat arus, dan waktu. Ia bisa mematikan meski disalurkan dengan kuat arus hanya 100 mikroampere pada tegangan beberapa volt apabila dikirimkan langsung ke jantung, atau sekitar 30 miliampere pada tegangan beberapa ratus volt dari tangan satu ke tangan yang lain. Dalam kasus yang mana pun masalah terjadi ketika kejutan menyebabkan aktivitas listrik jantung menjadi kacau dan menimbulkan fibrilasi pada otot-otot bilik jantung (fibrilasi ventrikuler). Tentu saja, solusi atas masalah ini adalah memberikan sebuah kejutan lain, menggunakan defibrilator, andai alat ini tersedia.

Energi listrik dapat membunuh dengan cara yang lain. Kursi listrik tampaknya membunuh melalui asfiksiasi, karena alat ini menyebabkan otot-otot pernapasan mengalami kontraksi tak terkendali. Listrik di sini juga membuat korban agak seperti dimasak, namun tampaknya tidak menyebabkan fibrilasi ventrikuler atau hilangnya kesadaran secara cepat dari arus yang mengalir melalui otak. Dalam situasi lain, arus besar yang mengalir melalui tubuh yang tidak sampai menyebabkan kematian seketika dapat meninggalkan luka bakar yang sangat serius. Ini tentu saja dapat menewaskan secara perlahan. Akhirnya, sengatan listrik tegangan tinggi dapat membuat baju Anda terbakar atau membuat Anda terpental, yang sama-sama bisa berakibat fatal.

Mike Brown

Knutsford, Cheshire, Inggris

[?] Memancing ke dalam hidung

Kebetulankah jika jari kita pas sekaii dengan lubang hidung? Andai tidak demikian, mengapa ibu saya melarang saya melakukannya ?

Jack Walton (9 tahun)

London, Inggris

Ibumu mungkin keberatan, tetapi ada sebuah cara lain untuk membersihkan hidung tanpa memasukkan apa pun ke dalamnya. Cukup tekan salah satu sisi lubang hidung untuk menutupnya, tarik napas yang dalam, tutup mulut kemudian hembuskan sekaligus sekeras-kerasnya. Engkau akan menemukan betapa dahsyat kotoran yang keluar dari lubang hidung yang lain. Pastikan kepalamu agak menjauh dari tubuh supaya tidak mengotori bajumu.

Cara membersihkan hidung dengan cara membersit ini mengandung arti tak ada alasan terlalu mendesak untuk mengevolusikan jari yang siap untuk menggali dan lubang hidung yang menganga.

Bagaimanapun, ketika hidung tersumbat, ini dapat diatasi dengan mudah dengan bernapas melalui mulut. Sesungguhnyalah, hidung tersumbat hanya menjadi masalah apabila ada sesuatu terperangkap dekat tulang hidung, yang bisa berbahaya karena dekat dengan otak. Itu bagian yang terlalu sempit untuk dimasuki jari. Minta pertolongan kepada dokter adalah cara yang paling bijaksana.

Kami harus menyimpulkan bahwa kesesuaian antara ukuran jari dan lubang hidung hanya sebuah kebetulan. Saran saya adalah buang kotoran hidungmu dengan cara membersit, kemudian simak yang dikatakan oleh ibumu.

Holly Dunsworth

State College Pennsylvania, AS

Organ tubuh umumnya saling menyesuaikan ukuran dan bentuk dengan organ lain supaya dapat berguna. Contoh yang jelas sekali antara lain adalah organ seksual jantan dan betina pada banyak serangga dan sebagian mamalia, mulut bayi hewan berkantung dan puting susu induk mereka, dan pada banyak hewan cakar atau jari kaki memanjang yang diadaptasikan untuk membersihkan bulu-bulu.

Bagaimanapun, ukuran dan bentuk yang tidak sesuai tidak perlu diartikan bahwa organ-organ tersebut tidak dapat bekerja sama.

Sebagai contoh, saluran untuk melahirkan pada betina mamalia jelas dapat dilewati bayi yang jauh lebih besar daripada organ seksual jantan. Lubang sering bisa mengembang atau menyusut untuk menyesuaikan diri dengan yang akan masuk atau lewat.

Sebaliknya, tidak selalu berarti bahwa, karena sebuah organ cocok dengan sebuah lubang, itu sesuatu yang bukan kebetulan.

Ada beberapa tempat lain yang dapat dimasuki oleh jarimu namun akan membuat ibumu berteriak: "Jangan!" apalagi jika itu engkau lakukan di tempat umum.

Engkau memiliki lima buah jari dengan lima ukuran sedangkan lubang hidung hanya dua, berarti untuk mendapatkan kesesuaian kita tidak harus menunggu sebuah kebetulan. Pun tak ada alasan yang jelas dalam proses evolusi yang mengharuskan lubang hidung sama besar dengan ukuran jari. Yang lebih mungkin, alam mengatur agar kita membersit, sama seperti yang diperbuat oleh gajah.

Bahwa kemudian ada seni memasukkan jari ke dalam hidung, ini yang menurut kacamata ilmiah bisa dianggap sebuah kebetulan.

Jon Richfield

Somerset West, Afrika Selatan

Sementara saya setuju bahwa cara membuang ingus dengan membersit kuat-kuat adalah sebuah keajaiban tersendiri, saya perlu mengingatkan soal saran Holly Dunsworth yang menyuruhmu "menarik napas dalamdalam kemudian menghembuskannya kuat-kuat" melalui salah satu lubang hidung. Keahlian yang saya kembangkan dalam teknik ini sewaktu saya masih kanak-kanak telah menyebabkan saya mengalami radang sinus dan pendarahan hidung yang gawat.

Duncan Hannant

Professor of Large Animal Immunology University of Nottingham Loughborough, Leicestershire, Inggris

Saya juga ingin menambahkan sebuah peringatan bahwa metode ini tidak higienis, dan dapat menyebarkan sejumlah penyakit. Membuang kotoran hidung dengan cara ini sebaiknya dilakukan ketika engkau sedang sendirian.

Bron

Australia

2. Anda Baik-baik Saja?

[?] Tolak angin supaya tidak masuk angin ...

Adakah hubungan antara kedinginan dan masuk angin (pilek)? Jika tidak, mengapa begitu banyak cerita orang tua-tua yang mengatakan bahwa kita akan masuk angin kalau tidur tanpa selimut atau di tempat berangin ?

Antonis Papanestis

London, Inggris

Tak ada hubungan di antara keduanya. Asosiasi yang keliru ini berkembang karena beberapa alasan.

Virus penyebab pilek menyebar lebih cepat dalam cuaca dingin karena semua orang menghabiskan lebih banyak waktu dalam ruangan, maka mereka saling berdekatan.

Orang pada umumnya menutup jendela selama cuaca dingin sehingga udara yang tercemar oleh partikelpartikel virus tidak tersapu oleh udara "segar" dari luar. Ini menjadikan virus lebih mudah menyebar.

Udara dingin yang kering membuat membran-membran selaput lendir dalam hidung membengkak. Ini menyebabkan hidung kita mengeluarkan cairan, yang sering dihubungkan secara keliru dengan infeksi yang disebabkan oleh virus influensa.

Pengalaman merasa kedinginan dan menderita flu cenderung diurutkan secara keliru. Kedinginan biasanya merupakan tanda bahwa kita sedang demam, dan alih-alih penyebab, ini justru akibat infeksi oleh virus influensa.

Mark Feldman

Northland, Selandia Baru

Penelitian telah menunjukkan tak ada korelasi antara temperatur lingkungan dan sakit influensa. Asal muasal cerita ibu-ibu yang mengatakan orang akan terkena pilek, influensa, atau pneumonia setelah terkena angin atau suhu dingin adalah demam yang terasa sebagai awal gejala menderita penyakit tersebut. Perioda demam ini menjadikan pasien merasa kedinginan dan gemetar. Tidak lama setelah menunjukkan gejala-gejala lain, pasien belakangan menghubungkan sakit mereka dengan terkena udara dingin atau angin dingin (masuk angin). Sesungguhnyalah, sakit pilek disebut influensa karena kepercayaan bahwa penyakit ini disebabkan oleh "pengaruh" (influence) unsur-unsur kimia. Kenyataan bahwa peneliti yang terisolasi di Antartika tak pernah terkena flu menegaskan bahwa penyakit ini berasal dari orang lain, bukan dari "udara dingin."

Pedro Gonzales-Fernandez

London, Inggris

Sesungguhnya peluang Anda untuk tertular influensa justru kecil di udara dingin. Virus penyebab influensa biasa mati dalam udara dingin dan karena itu memerlukan kehangatan untuk tetap hidup. (Dengan demikian, rumah yang hangat cenderung menyehatkan bagi virus.)

Esperandi

Melalui email, tanpa alamat

[?] Bukan begitu

Maaf, tapi saya terpaksa bertanya, mengapa lendir dari hidung sering berwarna hijau ?

David Tanner

Felsburg, Jerman

Di antara semua lubang pada tubuh yang kontak dengan dunia luar, hidung barangkali salah satu lubang yang paling nyaman: udaranya hangat, sirkulasinya bagus, lembab dan memiliki persediaan pangan yang berlimpah untuk bakteri karena terus disediakan oleh selaput lendir hidung (nasal mucosa; lendir dengan kandungan glikoprotein dan garam-garam terlarut). Dengan kata lain, ini tempat yang ideal untuk pertumbuhan bakteri, yang selalu ada di udara.

Banyak di antara bakteri yang umum bergaul dengan manusia memiliki warna. Staphylococcus aureus, misalnya, memiliki warna kuning keemasan, dan Pseudomonas pyocyanea memiliki warna kebiruan. Biasanya bakteri-bakteri tadi bersama bermacam-macam organisme lain yang terus terisap ke dalam hidung terbilas oleh lendir yang kemudian kita telan. Bakteri-bakteri itu biasanya terbunuh oleh sistem pencernaan kita.

Bagaimanapun, ada situasi yang menyebabkan produksi lendir terhambat akibat infeksi sehingga lendir yang sudah ada menjadi jauh lebih kental, dan ini menjadi tempat yang ideal bagi bakteri untuk berlipat ganda dan menghasilkan lendir berwarna.

Situasi ini sering dijumpai pada bayi dan anak-anak yang kurang terurus!

Sementara itu, Anda mungkin masih penasaran perihal asal warna hijau. Untuk ini ingat yang terjadi ketika Anda menambahkan pewarna biru ke dalam pewarna kuning.

Laurie

North London, Inggris

Koresponden terdahulu mengatakan bahwa warna hijau disebabkan oleh perpaduan antara Staphylococcus aureus dan Pseudornonas pyocyanea. Ini kesimpulan yang kurang pas. Meskipun edisi kedelapan Manual of Determinative Bacteriology karangan Bergey (Williams & Wilkins, Baltimore, 1974, halaman 222), masih mengatakan bahwa Pseudomonas pyocyanea yang biasa diisolasi dari

"luka, luka bakar, dan infeksi saluran kemih," merupakan agen penyebab blue pus, penyebab warna hijau pada pus (nanah) atau ingus lebih umum.

Nanah hijau (atau ingus hijau) disebabkan oleh enzim-enzim mielo-peroksidase yang mengandung besi dan oksidase serta peroksidase lain yang digunakan oleh granulosit polimorfonuklir (PMN) atau neutrofil. Sel-sel darah putih pemakan bakteri yang berumur pendek ini dengan rakus memakan bermacam-macam bakteri dan membuat mereka tidak aktif melalui proses oksidasi, meliputi penggunaan enzim-enzim mengandung besi di atas. Hasil penguraian yang terjadi (terdiri atas PMN yang sudah mati, bakteri yang sudah dicerna, dan enzim-enzim yang sudah terpakai), nanah, mengandung besi dalam jumlah besar. Itu sebabnya mereka berwarna hijau.

C J. van Oss

Department of Microbiology, State University of New York, Buffalo, AS
dan
J. O. Naim
Department of Surgery Rochester General Hospital, New York, AS

Lendir hidung atau ingus tidak selalu hijau. Lendir hidung yang diproduksi pada awal influensa masih bening dan diproduksi akibat kerusakan jaringan oleh serangan rhinovirus (virus penyebab influensa). Ia baru berubah menjadi hijau setelah infeksi berlangsung beberapa hari ketika neutrofil bereaksi mengusir sampah-sampah sel berikut infeksi bakteri sekunder yang sempat menyusul.

Juli Warder
Abingdon, Oxfordshire, Inggris

Leukosit polimorfonuklir dilengkapi dengan sejumlah enzim, di antaranya, yang paling kuat, adalah peroksidase. Peroksidase yang sama ini juga ditemukan dalam sayuran bernama horseradish, yang memberinya warna hijau dan rasa getir. Penggemar masakan Jepang, pasta wasabi, pasti setuju dengan ini. Saus horseradish ala Inggris biasanya kehilangan warna hijau karena oksidasi terhadap enzim yang labil ketika bersentuhan dengan udara.

Bagaimanapun, wasabi yang asli selalu disajikan dalam keadaan segar. Maaf jika jawaban ini membuat sebagian pembaca tak berselera menyantap sushi mereka.

Steve Flecknoe-Brown
Sydney, Australia

[?] Auh!

Apa yang menyebabkan rasa nyeri ketika tambalan gigi disentuh dengan sepotong kertas perak?

Simon Oddy
Melksham, Wiltshire, Inggris

Pertanyaan ini secara tidak sengaja mengulang sebuah eksperimen terkenal yang pertama kali dilakukan oleh Luigi Galvani pada tahun 1762. Ketika dua logam yang berbeda dipisahkan oleh sebuah cairan konduktor, sebuah arus akan mengalir di antara mereka, dan arus ini dapat digunakan untuk merangsang saraf. Ini tepatnya yang terjadi ketika kertas perak disentuhkan ke amalgam yang digunakan untuk menambal gigi. Keduanya sesungguhnya terpisah oleh sebuah selaput ludah, dan karena ludah sebuah elektrolit, dengan kandungan

bermacam-macam garam, sebuah arus akan mengalir antara gigi dan tambalan. Karena tambalan berdekatan dengan saraf, arus akan membuatnya terangsang, dan kita merasakannya sebagai nyeri. Galvani melakukan eksperimennya menggunakan kaki kodok dan kawat logam, tetapi hasilnya sama—kaki kodok tersentak!

Chris Quinn
Widnes, Cheshire, Inggris

[?] Serak-serak basah, eh kering ...

Apa perubahan tubuh yang menyebabkan tenggorokan terasa kering sewaktu kita sedang gugup?

Howard Foss

Honiton, Devon, Inggris

Mulut Anda terasa kering sewaktu berbicara di depan umum karena ketika Anda gugup tubuh Anda secara otomatis menjalankan program "bertarung atau kabur" (fight or flight). Penyebabnya adalah aktivasi sistem saraf otonom dalam tubuh Anda. Ini sesuatu yang umum di kerajaan satwa, dan alam telah mengembangkan sistem tersebut untuk membantu hewan mana pun melewati situasi-situasi yang berbahaya, misalnya ketika harus menghindar dari pemangsa.

Saraf teraktifkan secara selektif, bergantung pada tingkat kepentingan sebuah organ untuk bereaksi. Karena makan dianggap tidak penting pada situasi begini—Anda ingin segera kabur dari situ—saraf-saraf ke mulut Anda yang mengendalikan kelenjar ludah diliburkan, akibatnya mulut Anda menjadi kering. Selain itu, pupil Anda melebar, begitu pula pembuluh-pembuluh darah yang menghubungkan jantung dengan ototot melebar supaya aliran darah ke organ-organ paling penting selancar mungkin, apa pun aksi luar biasa yang diperlukan (melawan atau lari).

M. Scotten

Melalui email, tanpa alamat

Ini terkait dengan reaksi "melawan atau lari." Dalam situasi tegang atau genting, tubuh Anda mematikan semua fungsi yang kurang penting, termasuk sistem pencernaan. Kelenjar ludah termasuk salah satu organ yang kurang penting. Anda tidak perlu mencerna ayam panggang yang baru Anda nikmati bila selanjutnya Anda akan disantap oleh seekor singa. Situasi serupa juga dapat menyebabkan Anda merasa mulas dan mual.

Bill Isaacson

Melalui email, tanpa alamat

[?] Pilek lagi, pilek lagi ...

Sewaktu Anda menderita pilek berat, ingus Anda mengucur sepanjang hari tetapi berhenti begitu Anda tertidur nyenyak pada malam hari. Mekanisme apa yang menyebabkan aliran lendir terhenti? Dapatkah orang mengembangkan sejenis obat untuk menghasilkan efek serupa dan karena itu menghilangkan dampak terburuk penyakit ini? Lalu, dapatkah obat seperti itu juga membantu mengurangi penyebaran influensa?

Peter Rooney Epsom,

Surrey, Inggris

Fenomena ini cuma menyangkut masalah gravitasi. Ketika Anda berbaring untuk tidur, posisi terlentang menyebabkan lendir yang tersekresikan ke saluran napas, alih-alih mengalir ke luar melalui lubang hidung lendir itu mengalir ke bagian belakang tenggorokan dan tanpa sadar Anda menelannya.

Apabila Anda tidur dalam posisi miring, hanya salah satu lubang hidung (yang

lebih rendah) mengalami penyumbatan, maka jika Anda ingin membebaskan hambatan pada hidung Anda, biasanya Anda cukup mengubah arah miring tubuh. Apabila Anda sedang berbaring, berdirilah, dan apabila Anda sedang berdiri, berbaringlah. Ini membalik arah aliran lendir dan dengan demikian menghentikan penyumbatan.

Alexandra McKenzie Johnston

Thirsk, North Yorkshire, Inggris

Ingus terus mengucur sewaktu sedang bangun disebabkan oleh posisi kepala. Ketika kita berbaring, hampir semua saluran napas pasca hidung meneteskan isinya ke kerongkongan, entah kita berbaring miring atau berbaring terlentang. Sewaktu saya sendiri mengalaminya dan, sesudah menguji teori saya menggunakan sebuah meja pijat yang mempunyai lubang di bagian hidung, saya mulai menggunakan bantal untuk mengatur tinggi kepala sehingga hidung saya menghadap ke bawah.

Coba sendiri menggunakan dua buah bantal, membentuk sebuah celah, sehingga Anda dapat mengistirahatkan kepala menghadap ke bawah dengan mulut dan hidung bebas. Dan sudah barang tentu Anda harus menyiapkan beberapa helai saputangan, sebab boleh jadi hidung Anda terus mengucur sepanjang malam.

Hank Roberts

Berkeley, California, AS

Penanya agaknya terjebak dalam kepercayaan bahwa lendir yang mengalir dari hidung mengandung kuman yang menular. Kebanyakan influensa menular dari dua hingga empat hari setelah terkena virus, yang biasanya sebelum gejalanya sendiri tampak. Begitu ingus Anda mulai mengalir, infeksi sudah terkendali dan jumlah virus dalam sekresi hidung ini telah berkurang.

Orang lebih sering tertular pilek setelah tangan mereka kontak dengan virus daripada karena berada dekat orang yang ingusnya mengucur terus. Virus lebih mudah berpindahpindah dari satu orang ke orang lain melalui permukaan keras yang disentuh oleh orang banyak, misalnya pegangan pintu atau mouse komputer.

Alih-alih menghindari orang dengan ingus terus mengucur, jauh lebih penting memastikan Anda tidak menyentuh mata, hidung, atau mulut dengan tangan sesudah kontak dengan berbagai benda umum di rumah atau kantor Anda.

David Gibson

Leeds, West Yorkshire, Inggris

[?] Semua dalam pikiran

Diskusi tentang efek placebo dalam pengujian sebuah terapi selalu tampak difokuskan pada efek piacebo yang positif. Adakah efek placebo yang negatif?

Peter Grant

Australia Selatan

Placebo adalah bahan-bahan tanpa sifat-sifat farmakologis, misalnya gula atau pil palsu. Mereka digunakan secara luas sebagai kontrol dalam eksperimen untuk menguji efek sebuah obat.

Placebo ini dibuat sedemikian sehingga tampak dan berbau sama seperti obat

yang sedang diuji.

Cara kerja placebo masih kontroversial, tetapi secara umum orang percaya bahwa alih-alih fisiologis pengaruhnya lebih psikologis: manfaat terjadi karena orang percaya bahwa pil yang mereka minum akan mendatangkan pengaruh positif. Pengaruh itu juga muncul karena kondisioning: pasien yang mengharapkan khasiat sebuah obat cenderung akan mendapatkan khasiat tersebut Kita ambil contoh placebo yang digunakan dalam pengujian obat pereda nyeri (analgesik). Salah satu penjelasan untuk mekanisme placebo dalam kasus ini adalah bahwa obat yang asli diharapkan merangsang pelepasan bahan kimia mirip opium dari otak yang berfungsi meredakan nyeri. Sebuah studi menemukan bahwa rasa nyeri berkurang kendati yang diminum sebetulnya placebo karena pasien percaya bahwa obat itu obat yang sesungguhnya, akan tetapi efek itu menghilang begitu pasien diberi obat yang berfungsi menetralkan pengaruh bahan kimia mirip opium tadi.

Efek negatif placebo disebut efek nocebo, dari kata bahasa Latin nocebo yang berarti "saya ingin mencelakai." Pasien yang diberi pil palsu kadang-kadang mengalami efek samping seperti cemas dan depresi. Ini diduga terkait dengan harapan orang atas efek-efek merugikan pada sebuah terapi. Dalam sebuah uji orang melaporkan bahwa perempuan yang percaya mereka berpeluang menderita penyakit jantung hampir empat kali lebih berpeluang meninggal karena penyakit jantung dibanding perempuan dengan faktor risiko sama yang tidak memiliki kepercayaan itu.

Placebo menghadirkan sebuah dilema etik. Di sini seorang dokter membohongi pasien dengan meminta mereka percaya bahwa yang diberikan adalah obat aktif, padahal sesungguhnya mereka tidak menerima obat seperti itu. Andai mereka juga menderita efek samping yang buruk dari efek nocebo, keadaan dapat menjadi lebih buruk.

Ian Smith

London, UK

Ya, efek placebo negatif, atau efek nocebo, sungguh ada. Nocebo, seperti placebo, menimbulkan efek fisik, walaupun tidak harus melalui mekanisme fisik. Tidak mustahil efek tersebut berasal dari keyakinan pasien. Ketika orang berpikir tentang jatuh sakit, maka sakitlah ia. Ini efek nocebo, yang berlawanan dengan efek placebo: ketika orang berpikir tentang sembuh, maka sembuhlah ia. Tipe pasien yang paling cenderung mengalami efek nocebo ketika diberi suatu obat biasanya memiliki sejarah pengobatan dengan diagnosis yang sulit sehingga yakin bahwa terapi apa pun tidak akan mengatasi masalah. Pengharapan yang rendah tadi mau tidak mau berakibat buruk. Efek nocebo juga berpengaruh terhadap hasil operasi. Dokter bedah enggan menangani pasien yang yakin bahwa mereka akan mati. Penelitian telah dilakukan terhadap pasienpasien operasi yang mengatakan bahwa mereka ingin mati agar dipersatukan kembali dengan yang mereka cintai. Hampir semua orang ini sungguh meninggal.

Penelitian tentang nocebo sedikit sekali, kebanyakan untuk alasan etika bahwa dokter seharusnya tidak membohongi orang sehat dengan mengatakan bahwa mereka sakit. Standar etika yang berubah pun menyulitkan upaya mengulang beberapa eksperimen nocebo klasik. Artikel kedokteran terbaru tentang efek nocebo diterbitkan dalam tahun 2002 oleh Arthur Barsky dan kawan-kawan (The Journal of the American Medical Association, volume 287, halaman 622).

Ross Firestone

Winnetka, Illinois, AS

Efek placebo negatif memang ada. Manifestasinya yang terkenal adalah voodoo, dan macam-macam klenik yang dikaitkan dengan kutukan.

Praktik-praktik tersebut hampir selalu meliputi mekanisme yang membuat korban tahu bahwa ia telah dikutuk, dan ini satu-satunya yang memungkinkan maksud jahat mereka tercapai.

Steven Reitci

West Allis, Wisconsin, AS

[?] Auh! Lututku nyeri...

Jaringan ikat pada lutut saya cedera dalam kecelakaan ski sekitar dua tahun silam. Sejak itu saya memiliki sebuah lutut yang boleh disebut "lutut peramal cuaca." Setiap menjelang hujan saya selalu mengalami nyeri pada lutut saya. Ini terjadi baik selama musim panas maupun musim dingin dan tampaknya tidak terkait dengan kelembaban. Saya bukan orang satu-satunya yang mengalami keanehan ini. Mengapa utut saya sakit menjelang hujan dan, yang lebih menarik, bagaimana lutut saya tahu bahwa hujan akan turun? Bagaimana caranya mendeteksi awal sebuah hujan?

Debbie Reid

Chalfont St Giles, Buckinghamshire, Inggris

Banyak studi telah dilakukan untuk mengamati nyeri yang terkait dengan cuaca, terutama di kalangan penderita arthritis. Ini menunjukkan bahwa efeknya nyata, tetapi yang aneh, betapa sedikit penelitian yang dilakukan terhadap penyebab nyerinya.

-**Editor**

Tubuh manusia dapat dipandang secara skematik sebagai sekumpulan balon berisi gelatin yang dipasang pada sebatang tongkat.

Jaringan yang belum rusak—entah lemak, otot, atau tulang—relatif elastik dan akan mengembang dan menyusut ketika mengalami perubahan tekanan atmosfer. Sebaliknya, jaringan yang pernah cedera sangat kaku dan padat, oleh sebab itu tidak memuai dan menyusut cukup besar dalam rentang fluktuasi atmosfer yang normal.

Bayangkan jika beberapa buah balon dalam kumpulan tubuh hipotetik Anda saling direkatkan dengan lem, kemudian tekanan udara di sekitar Anda menurun. Balon-balon itu memuai, namun beberapa buah balon yang saling direkatkan— yang menggambarkan jaringan bekas cedera— tidak bisa memuai sebesar sediakala dan cenderung terdistorsi dan tarik menarik dengan yang lain. Dalam tubuh yang sesungguhnya tarik-menarik ini merangsang sel-sel saraf yang kemudian melapor ke otak dan laporannya diterjemahkan sebagai nyeri. Ini berlangsung terus sampai tekanan normal kembali atau jaringan bekas cedera akhirnya memuai dan mengurangi distorsi. Ini bisa berjam-jam atau berhari-hari.

Saya kadang-kadang membuat staf di klinik saya terkesan dengan pengumuman pagi saya: "Hari ini kita akan sibuk dengan pasien rawat jalan." Mereka tak pernah tahu bagaimana saya dapat meramalkan bahwa 20 atau 30 pasien akan datang dengan keluhan nyeri di bagian tubuh yang pernah mengalami pembedahan atau di bekas luka lama. Saya lebih suka membiarkan staf di klinik percaya bahwa

saya mempunyai kemampuan paranormal daripada mengaku bahwa saya telah membaca laporan prakiraan cuaca.

Berendam atau kompres air hangat dan olahraga ringan bisa mengurangi rasa sakit. Menunggu cuaca membaik juga bisa, dan di sini di Texas bagian timur, cuaca biasanya sudah membaik sebelum bak rendam Anda terisi penuh.

Steven Ballinger

Nacogdoches, Texas, AS

Kedengarannya mungkin seperti gosip nenek-nenek tua yang mengeluh bahwa arthritis mereka kambuh ketika cuaca memburuk, tetapi pada tahun 1960-an seorang ahli rheumatologi bernama Joseph Hollander membangun sebuah ruang simulasi cuaca untuk menguji keluhan mereka. Ia menemukan bahwa kelembaban tinggi yang dipadukan dengan tekanan barometer rendah— situasi meteorologis sebelum hujan turun— memang berhubungan dengan nyeri dan kaku pada persendian.

Salah satu penjelasan untuk ini adalah bahwa perubahan cuaca menyebabkan jaringan yang cedera membengkak, dan saraf-saraf di sekitar sendi merasakannya sebagai nyeri. Penjelasan lain mengatakan bahwa udara dalam sendi mungkin memuai ketika tekanan barometer menurun, lagi-lagi menyebabkan saraf-saraf di situ melaporkan rasa nyeri.

Sebuah eksperimen terkini oleh ilmuwan Jepang menunjukkan bahwa nyeri punggung yang terkait dengan perubahan tekanan udara disebabkan oleh fenomena vakum, yang merangsang pembentukan gas di ruangruang di antara ruas-ruas tulang belakang (Journal of Spinal Disorders and Techniques, volume 15, halaman 290).

Gelembung-gelembung itu terbentuk ketika lempeng-lempeng di antara ruas-ruas tulang belakang memburuk, dan ini lebih umum terjadi pada orang usia lanjut. Gelembung gas pun dapat terjadi pada sendi-sendi lain. Hindari rasa nyeri dengan mengusahakan lutut Anda tetap kering dan hangat. Dan, tentu saja, sekarang Anda memiliki kualifikasi yang lebih dari memadai untuk bekerja sebagai peramal cuaca di stasiun televisi setempat.

Frank Wong

Sydney, Australia

Salah satu penjelasan untuk lutut yang memiliki kemampuan meramal cuaca adalah bone bruising— yakni pendarahan dan edema (penimbunan cairan tidak normal) yang disebabkan oleh retak mikroskopik pada tulang trabekular atau tulang berpori. Beberapa penelitian menemukan bahwa ini lazim dialami oleh orang yang pernah menderita cedera jaringan ikat (ligament injury) pada lutut.

Tidak mustahil perubahan tekanan atmosfer mengubah volume edema dalam tulang dan karena itu menimbulkan rasa nyeri. Dalam kasus demikian dua prediksi yang mungkin adalah: pemindaian MRI akan menunjukkan bahwa kaki Anda mengalami bone bruising, dan kemampuan Anda untuk meramalkan cuaca akan berkurang ketika cedera Anda sembuh.

Peter Hallas

Copenhagen, Denmark

3. Tumbuhan dan Hewan

[?] Burung

Mengapa burung tak pernah jatuh dari tempat mereka bertengger ketika sedang tidur? Apakah mereka sungguh bisa tidur?

Graeme Forbes

Kilmarnock, Ayrshire, Inggris

Burung memiliki tatanan tendon yang efektif pada kaki mereka.

Tendon fleksor dari otot paha mereka memanjang melewati lutut, terus ke kaki, melingkari pergelangan dan berujung di bawah jari-jari kaki. Tatanan ini mengandung arti bahwa, dalam keadaan istirahat, berat tubuh burung menyebabkan ia menekuk lutut dan menarik tendon kuat-kuat, sedemikian sehingga cakar selalu dalam posisi mencengkeram.

Tampaknya mekanisme ini begitu efektif sehingga ada burung yang terus mencengkeram tempat mereka bertengger kendati mereka sudah lama mati.

Anne Bruce

Girvan, Ayrshire, Inggris

Ya, burung memang tidur. Tidak hanya itu, ada burung yang bahkan tidur sambil berdiri pada satu kaki. Dan yang lebih mengejutkan, burung dapat dihipnosis sampai tidur sekehendak kita. Saya telah mencobanya pada burung Myna (Gracula religiosa)- sejenis beo-saya.

Apabila Anda ingin mencoba, dekatkan mata Anda ke kandang, kemudian sambil menatap matanya gunakan prinsip hipnosis "matamu akan menjadi berat ... semakin berat" pada mata Anda sendiri.

Berbuatlah seolah-olah Anda pelan-pelan terserang kantuk dan burung Anda akan mengikuti Anda, akhirnya pegang salah satu kakinya dekat perutnya, masukkan kepalanya ke bawah sayap, maka ia akan tidur dengan nyenyak.

Selain itu, kebanyakan pemilik burung peliharaan tahu bahwa yang diperlukan untuk membuat burungburung itu tidur adalah menutup sangkar mereka dengan kain supaya keadaan menjadi seperti malam hari.

David Leckie

Haddington, East Lothian, Inggris

Burung sungguh tidur, biasanya beberapa kali dalam sehari dan masing-masing hanya sebentar. Burung kapinis (swift atau Apus apus) terkenal karena gemar tidur sambil menyembunyikan kepala di bawah sayap. Karena kebanyakan burung mengandalkan penglihatan, waktu tidur resmi mereka biasanya pada malam hari, tentu saja kecuali burung malam. Bagaimanapun, kebiasaan tidur burung wader atau burung kedidi (Calidris sp) atau trinil (Tringa sp) ditentukan oleh pasang laut alih-alih oleh cahaya matahari.

Ada spesies lain yang dengan mudah dikelabui menggunakan cahaya buatan. Kota yang bertabur cahaya benderang sepanjang malam dapat membuat burung mengalami insomnia. Sebuah sirkuit balap yang terang benderang dekat rumah saya memberikan efek mirip menjelang matahari terbit pada horizon, akibatnya burung

murai (robin) dan burung hitam (blackbird) terus bernyanyi sejak pukul 2 dini hari. Susahnya, saya tidak tahu apakah mereka tidak kelelahan seperti saya ...

Andrew Scales

Dublin, Irlandia

[?] Kabur dari akuarium

Saya memelihara ikan daiam sebuah akuarium kecil. Mengapa ikan di situ cenderung melompat ke luar akuarium?

Rowan White dan Vicky

University of East Anglia, Norwich, Inggris

Ikan melompat dari akuarium kecil bukan sesuatu yang luar biasa. Itu sebabnya penggemar ikan sering memasang kaca di atas akuarium mereka.

Ada beberapa teori tentang mengapa ikan cenderung melompat dari sebuah akuarium kecil. Ada yang berkata bahwa ikan melompat dari air karena di alam bebas mereka menggunakan cara ini untuk mencoba melepaskan kutu parasit yang menempel ke tubuh mereka.

Walaupun penanya tidak menyebutkan jenis kelamin dan campuran spesies ikan dalam akuarium mereka, tidak mustahil ikan mereka melompat dalam upaya menghindar dari predator atau interaksi yang tidak menyenangkan dengan sesama penghuni, atau bahkan sebuah aksi pamer untuk menarik lawan jenis, atau bahkan sebuah ritual teritorial.

Sementara itu, saya dengan tulus berbelasungkawa atas kematian ikan Anda.

R.Rosenberg

Stockholm, Swedia

Bagi ikan yang dipenjara dalam akuarium, udara di luar kaca akuarium tampak seperti air. Dan apabila air tempat mereka dikurung kurang sehat, naluri mendorong mereka mencari air yang lebih sehat. Jangan salahkan mereka kalau mengira di luar sana ada air yang lebih sehat.

John Chapman

North Perth, Australia Barat

[?] Mbeeek

Mengapa biri-biri selalu berlari dalam garis lurus di depan sebuah mobil dan tidak menyamping?

Aled Wynne-Jones

Cambridge, Inggris

Biri-biri dan hewan lain berlari searah di depan mobil karena mereka tidak sadar bahwa mobil tidak dapat naik ke bahu jalan yang ditumbuhi rumput. Di masa lampau biri-biri selalu menjadi mangsa serigala dan kucing-kucing besar. Andai hewan ini mencoba berbelok ke kiri atau ke kanan beberapameter di depan pemangsa (predator), hewan pemburu segera melihat perubahan gerak ini, dan dengan mudah mengubah arah untuk memotong kemudian menerkam bagian tubuh yang paling rawan pada si korban.

Bagaimanapun, andai korban mengubah arah lagi pada menit terakhir, hasilnya akan berbeda. Kelinci liar (hare atau Lepus europaeus) adalah pakar dalam strategi ini: begitu greyhound hampir menyentuhnya dengan rahangnya, kelinci liar langsung melompat ke samping sehingga sang anjing terjorok ke depan, dan tidak jarang terjungkal.

Reaksi naluriah seekor biri-biri atau seekor kelinci hutan ketika didekati sebuah mobil sekurangnya tidak sebodoh seekor landak (mengubah diri menjadi seperti bola, pura-pura mati, dan akhirnya mati sungguhan karena terlindas).

Christine Warman

Clitheroe, Lancashire, Inggris

Hewan pemakan rumput bisa langsung tewas oleh hewan pemangsa apabila yang belakangan berhasil mencengkeram mereka langsung di bagian leher sewaktu mereka berlari bersisian, oleh sebab itu calon korban selalu berusaha sebaik mungkin agar pemangsa tetap di belakang. Itu sebabnya kangguru, begitu melihat sebuah mobil melaju di sampingnya, langsung melompat ke jalan, ke depan mobil, agar mobil tetap berada di belakangnya dan sering berhasil meninggalkannya cukup jauh. Selama sebuah mobil tetap berada di belakang biri-biri, hewan ini akan terus mencoba berlari dalam lintasan lurus di depan mobil.

G. Carsaniga

Sydney, Australia

Biri-biri sering dianggap satwa bodoh. Mereka tidak berlari dalam lintasan lurus karena ingin berlari seperti itu—mereka berlari lurus untuk beberapa saat, kemudian berbelok ke samping untuk beberapa saat. Ini bukan karena bingung, melainkan berdasarkan nalar yang sempurna. Biri-biri yang dilepas bebas merupakan pemandangan yang lazim di pedesaan, dengan jalanan yang diapit oleh tebing, jurang, atau semak yang tinggi. Biri-biri tahu bahwa kalau ia tidak berhasil mengalahkan mobil di jalanan rata, apalagi kalau di medan yang lebih sulit, oleh sebab itu ia terus mencoba berlari di depan mobil.

Yang terjadi selanjutnya adalah mobil terpaksa melambat, dan ketika laju mobil cukup lambat untuk membuat biri-biri berpikir bahwa ia pun dapat memenangi lomba lari dengan mobil di medan sulit, di luar jalanan, biri-biri akan berbelok meninggalkan jalanan. Dan karena berdasarkan pengalaman langkah ini terbukti berhasil (kebanyakan mobil tidak mengejar biri-biri ke luar jalanan), biri-biri merasa bahwa prosedurnya harus demikian. Kesimpulannya, beginilah logika biri-biri.

William Pope

Towcester, Northhamptonshire, Inggris

Biri-biri, sebagai hewan cukup cerdas yang memiliki naluri mirip psikologi, tahu bahwa kebanyakan pengemudi tidak akan sembarangan menabrak hewan seperti mereka, walaupun kadangkadang ada saja yang menjadi gemas, kemudian menabraknya dengan alasan: "Tiba-tiba saja biri-biri bodoh ini melompat ke depan mobil saya." Jadi berlari dalam lintasan lurus di depan sebuah mobil dianggap memberikan keuntungan dibanding menepi.

Erik Decker

National Institute of Animal Husbandry Department of Cattle and Sheep Tjele, Denmark

[?] Ikan goreng

Tetangga saya, masih kanak-kanak, bertanya tentang apa yang terjadi ketika kiiat menyambar air. Apakah semua ikan di situ akan mati dan bagaimana dengan penumpang perahu yang iambungnya terbuat dari logam?

Chris Cooper

Kempston, Bedfordshire, Inggris

Ketika sebuah arus listrik yang kuat sekali, seperti yang terkandung dalam petir, menyambar permukaan sebuah badan air, listrik tersebut dapat mencapai bumi melalui berbagai cara.

Oleh sebab ini, listrik dihantarkan melalui sesuatu berbentuk setengah bola yang dengan cepat menyebarkan kekuatan dahsyat yang semula dimiliki oleh petir. Tentu saja, ikan yang terkena langsung oleh sambaran petir, atau berada dekat sekali dengan titik sambaran, akan terbunuh atau terluka.

Bagaimanapun, sebuah petir memiliki temperatur beberapa ribu derajat dan mampu dengan mudah menguapkan air di sekitar titik sambaran. Ini menciptakansebuah gelombang kejut di bawah permukaan air yang dapat mengubah anatomi seekor ikan atau menulikan penyelam manusia yang berada tidak jauh—hanya puluhan meter dari situ.

Jika seseorang dalam sebuah perahu dengan lambung terbuat dari logam berada cukup dekat sehingga merasakan dampak langsung sambaran petir, ia akan menjadi kering dalam seketika.

Kendatipun demikian, lambung dari logam menghantarkan listrik jauh lebih baik ke air, maka listrik dari petir lebih suka mengalir melalui lambung kapal ke dalam air.

Andrew Healy

Ashford, Middlesex, Inggris

Ketika petir menyambar, tempat terbaik untuk berlindung adalah di dalam sebuah konduktor, misalnya lambung kapal yang terbuat dari logam, atau berada di dalam laut (misalkan Anda seekor ikan).

Pada abad yang silam, fisikawan Michael Faraday menunjukkan tak ada medan listrik dalam sebuah konduktor. Ia membuktikannya dengan masuk ke dalam sebuah sangkar dari logam kemudian menyambarkan sebuah petir buatan ke sangkar itu. Semua orang kecuali Faraday terkejut ketika ia keluar dari sangkar tanpa cedera.

Eric Gillies

University of Glasgow, Inggris

[?] Ikan yang kembung

Ikan tidak kentut, mengapa demikian?

Christine Kaliwoski

Brentwood, California, AS

Penanya barangkali mengira ikan tidak kentut karena ia tidak melihat serangkaian gelembung dari lubang anus ikan.

Bagaimanapun, ikan sungguh membuat gas dalam usus, dan ini dikeluarkan melalui lubang anus, sama seperti yang diperbuat oleh banyak hewan lain. Yang berbeda hanya dalam hal kemasan.

Ikan mengemas limbah mereka menjadi sebuah tabung gelatin yang tipis sebelum dibuang. Ini meliputi semua gas yang terbentuk atau masuk melalui pencernaan. Hasil bersihnya adalah feses berbentuk tabung yang entah tenggelam atau terapung, tetapi karena banyak ikan makan feses mereka sendiri, kotoran tadi seolah-olah segera hilang dengan sendirinya.

Derek Smith

Long Sutton, Lincolnshire, Inggris

Saya beberapa kali menyaksikan cichild saya mengeluarkan gas yang membuat belut dalam akuarium yang sama merasa tidak senang. Agaknya itu terjadi karena mereka mengirup udara terlalu banyak sewaktu menyantap pelet yang

diapungkan ke permukaan air. Andai udara tadi tidak dikeluarkan mungkin keseimbangan mereka akan sangat terganggu.

Peter Henson

University of London, Inggris

Kebanyakan ikan hiu bergantung pada lipid berkerapatan tinggi yang disebut squalene untuk membuat mereka terapung, tetapi hiu harimau pasir, Eugomphodus taurus, telah menguasai teknik kentut sebagai alat bantu untuk mengapung. Dalam hal ini hiu berenang ke permukaan kemudian mengirup udara, menelannya ke dalam perut.

Selanjutnya ia kentut untuk mengeluarkan kelebihan udara sehingga dapat berada pada kedalaman tertentu.

Alexandra Osman

London, Inggris

[?] Kaki yang dingin

Mengapa kaki penguin di Antartika tidak beku selama musim dingin walaupun mereka kontak terus-menerus dengan es dan saiju?

Bertahun-tahun yang lalu saya mendengar di radio bahwa ilmuwan telah menemukan bahwa penguin memiliki sistem sirkulasi kolateral dalam kaki mereka sehingga organ tubuh tersebut tidak membeku, namun saya belum mendapatkan informasi atau penjelasan lebih lanjut tentang ini. Kecuali ilmuwan yang mempelajari penguin tersebut, rasanya tak ada orang lain yang mampu menjawab.

Susan Pate

Enoggeerra, Queensland, Australia

Penguin, seperti burung-burung yang lain yang tinggal di daerah beriklim dingin, mempunyai kemampuan adaptasi untuk menghindari kehilangan panas tubuh terlalu banyak sehingga suhu tubuh di bagian yang utama bertahan pada sekitar 40 derajat C. Kaki menghadapi masalah khusus karena mereka tak dapat ditutup dengan bahan isolator seeprti bulu-bulu atau lemak, namun luas permukaan telapaknya dirancang sebesar-besarnya (ini juga berlaku untuk mamalia iklim dingin seperti beruang kutub).

Dalam hal ini ada dua mekanisme yang bekerja. Pertama, penguin dapat mengendalikan laju aliran darah ke kaki dengan mengubah-ubah diameter pembuluh nadi yang memasok darah ke sana. Ketika suhu sedang dingin sekali aliran dikurangi, sedangkan ketika suhu menghangat aliran ditingkatkan. Tubuh manusia pun berbuat yang sama. Itu sebabnya tangan dan kaki kita menjadi pucat sewaktu kedinginan dan kemerahan sewaktu udara menjadi hangat.

Alat kendali untuk ini canggih sekali dan melibatkan hipothalamus serta bermacam-macam sistem saraf dan hormon.

Selain itu, penguin pun memiliki mekanisme penukar panas khusus yang disebut counter current heat exchanger di bagian atas kaki. Pembuluh nadi yang memasok darah hangat ke kaki mengurai menjadi banyak sekali pembuluh darah kecil yang sama banyak dengan pembuluh balik yang mengalirkan darah dingin dari kaki. Panas mengalir dari darah yang hangat ke darah yang dingin, maka tidak banyak yang dipindahkan sampai ke kaki.

Dalam musim dingin, kaki penguin dipertahankan pada suhu satu atau dua derajat di atas temperatur beku guna meminimalkan heat loss, namun cukup untuk menghindari kebekuan. Itik dan angsa memiliki tatanan serupa pada kaki mereka, tetapi apabila mereka telah beberapa pekan dalam kandang lengkap dengan penghangat kemudian dilepaskan ke salju dan es, kaki mereka barangkali akan membeku, sebab fisiologi mereka telah beradaptasi dengan kondisi hangat dan ketika disuruh bermain es situasi yang baru ini membuat aliran darah ke kaki tiba-tiba terhenti dan temperatur kaki mereka jatuh ke bawah titik beku.

John Davenport

University Marine Biological Station

Millport, Isle of Cumbrae, Inggris

Saya tidak dapat berkomentar tentang keberadaan atau ketiadaan sirkulasi kolateral, tetapi salah satu jawaban untuk pertanyaan tentang kaki penguin yang kedinginan memiliki penjelasan biokimia yang menarik.

Pengikatan oksigen ke hemoglobin biasanya merupakan sebuah reaksi eksoterm yang kuat: sejumlah panas (DH) dilepaskan ketika sebuah molekul hemoglobin mengikatkan diri ke oksigen. Biasanya jumlah panas yang sama diserap dalam reaksi kebalikannya, ketika oksigen dilepaskan oleh hemoglobin. Bagaimanapun, sewaktu oksigenasi dan deoksigenasi berlangsung di berbagai bagian yang berbeda organisme ini, perubahan-perubahan di lingkungan molekuler (keasaman, misalnya) dapat mengakibatkan pelepasan panas (heat loss) atau penyerapan panas (heat gain) secara menyeluruh dalam proses ini.

Harga DH yang sesungguhnya bervariasi antara spesies satu dan yang lain. Di Antartika alam mengatur penguin sedemikian sehingga dalam jaringan-jaringan tepi (periferal) yang kedinginan, termasuk kaki, DH jauh lebih kecil daripada pada manusia. Ini memberikan dua efek yang menguntungkan. Pertama, panas yang diserap oleh hemoglobin burung ini lebih sedikit ketika deoksigenasi berlangsung, maka peluang kaki mereka untuk membeku menjadi lebih kecil. Keuntungan kedua terkait dengan hukum termodinamika. Dalam suatu reaksi terbalikkan (reversible reaction), termasuk penyerapan dan pelepasan oksigen oleh hemoglobin, temperatur rendah memungkinkan reaksi terjadi secara eksoterm, dan sebaliknya tidak mendukung reaksi ke arah berlawanan. Maka pada temperatur rendah, oksigen yang diserap oleh hemoglobin lebih banyak pada kebanyakan spesies, sedangkan yang

dilepaskan lebih sedikit. Dengan DH yang tidak terlalu besar keterikatan oksigen dengan hemoglobin dalam jaringan-jaringan yang kedinginan tidak menjadi terlalu tinggi sampai oksigen tersebut sulit melepaskan diri lagi.

Variasi DH antara spesies-spesies berbeda ini memiliki akibat lain yang menarik. Pada beberapa jenis ikan Antartika, panas betul-betul dilepaskan sewaktu oksigen dibebaskan oleh hemoglobin. Ini terjadi secara ekstrem pada tuna, yang melepaskan panas begitu banyak ketika oksigen berpisah dengan hemoglobin. Dengan demikian tuna dapat mempertahankan temperatur tubuh sampai 17 derajat C di atas temperatur sekitarnya. Tidak terlalu tepat untuk disebut makhluk berdarah dingin!

Kebalikan dari itu terjadi dalam hewan-hewan yang perlu mengurangi panas akibat metabolisme yang terlalu aktif. Sejenis unggas air yang suka bermigrasi (waterhen, misalnya Gallinula chioropus) memiliki DH jauh lebih besar untuk oksigenasi hemoglobin daripada burung dara biasa. Oleh sebab itu waterhen dapat terbang jauh lebih lama tanpa mengalami panas berlebihan (overheating).

Akhirnya, janin manusia pun perlu melepaskan panas, dan koneksi mereka satu-satunya dengan dunia luar adalah aliran darah sang ibu. DH oksigenasi yang menurun pada hemoglobin janin ketika diperbandingkan dengan hemoglobin ibu menyebabkan lebih banyak panas diserap ketika oksigen mengikatkan diri ke hemoglobin janin. Ini memungkinkan panas dipindahkan ke aliran darah sang ibu dan dijauhkan dari janin.

Chris Cooper dan Mike Wilson

University of Essex, Colchester, Inggris

[?] Ikan terbang

Mengapa ikan terbang terbang? Apakah itu untuk melarikan diri dari pemangsa, atau untuk menangkap serangga terbang, atau sebuah cara lebih efisien untuk pindah dibanding berenang?

Adakah alasan yang berbeda sama sekali dari ini?

Julyan Cartwright

Palma de Mallorca, Spanyol

Penjelasan yang biasa tentang mengapa ikan terbang (Exocoetus volitans, misalnya) terbang adalah bahwa itu satu cara untuk melarikan diri dari pemangsa, khususnya dari ikan dolphin yang mampu berenang cepat sekali. Mereka bukan terbang untuk menangkap serangga; ikan terbang lebih banyak berada di tengah laut dan serangga jarang berkelana sampai ke sana.

Ada yang berpendapat bahwa terbang mereka (yang sesungguhnya terbang layang, karena ikan terbang tidak mengepakkan "sayap"

mereka) adalah sebuah upaya menghemat energi, tetapi ini sangat tidak mungkin sebab proses tinggal landas mereka terjadi ketika jaringan otot putih, anaerobik mereka menggetarkan ekor dengan laju 50 hingga 70 hentakan per detik, dan ini pastilah sangat menguras energi.

Ikan terbang memiliki kornea dengan facet yang rata, maka mereka dapat melihat baik di udara maupun dalam air. Ada beberapa bukti yang menunjukkan bahwa mereka dapat memilih tempat mendarat. Ini barangkali memungkinkan mereka terbang dari daerah yang miskin makanan ke daerah yang kaya makanan, tetapi bukti yang meyakinkan belum ada.

Agaknya kecil keraguan bahwa kabur dari predator merupakan alasan utama mereka terbang, dan tampaknya ini pula yang menyebabkan mereka terbang menjauh dari kapal dan perahu, yang bagi mereka merupakan ancaman.

John Davenport

University Marine Biological Station Millport, Strathclyde, Inggris

Untuk tegasnya, ikan terbang tidak terbang. Ia seperti pesawat terbang layang yang meluncur dengan tenaga sendiri, menggunakan sirip ekor untuk mendorong tubuhnya ke luar dari air.

Selanjutnya ia mempertahankan terbangnya dengan mengepak-ngepakkan sirip renangnya yang ekstra besar pada kecepatan tinggi sehingga mampu melayang sampai 100 meter. Tujuan utama aktivitas ini tampaknya adalah untuk lari dari pemangsa. Apabila kita bisa memecah perhatian kita dari pesona yang ditampilkan oleh sekawanan ikan terbang, barangkali kita dapat melihat bayangan ikan lebih besar yang terus mengikuti ikan-ikan terbang ini tidak jauh dari permukaan laut.

Tim Hart

La Gomera, Canary Islands, Spanyol

Saya pernah menyaksikan sekawanan ikan terbang meluncur di atas permukaan laut sewaktu mereka mencoba melarikan diri dari tuna yang sedang memburu mereka, dan beberapa menit kemudian saya menyaksikan sekawanan tuna mencoba aerobatik yang sama sewaktu sekawanan dolfin meluncur untuk menjadikan tuna sebagai menu santap siang.

Apabila pada pagi hari kita pergi ke geladak sebuah kapal kecil yang sedang berlayar di lautan kita bisa menemukan beberapa ekor ikan terbang yang cukup untuk sarapan kita.

Barangkali secara naluri mereka mencoba melarikan diri dari pemangsa (termasuk perahu kita), tetapi karena pada malam hari penglihatan mereka kurang bagus, sebagian dari mereka bisa terdampar di geladak. Pada siang hari yang seperti ini jarang terjadi. Yang mengagetkan, mereka kadang-kadang mendarat di kokpit, bahkan menerjang juru mudi yang sedang bertugas.

Don Smith

Cambridge, Inggris

[?] Bukan gudang bubur (mush room)

Dekat tempat saya tinggal banyak jamur tumbuh dari retakan-retakan di badan jalan, retakan-retakan yang tampaknya mereka buat sendiri setelah mengalahkan batu-batu dan aspal. Mekanisme apa yang memungkinkan jamur yang pada dasarnya sangat lunak dan rapuh sanggup mendorong aspal setebal lima sentimeter?

John Franklin

London, Inggris

Jamur atau cendawan yang waktu tumbuh mampu menembus aspal barangkali adalah ink-cap mushroom (Coprinus sp) yang tumbuh pada sisa-sisa tumbuhan. Mereka mendorong ke atas karena batang-batang mereka berfungsi seperti dongkrak-dongkrak hidraulik.

Tekanan ke atas itu berasal dari tekanan ketika tiap sel yang membentuk dinding batang jamur yang kosong menggelembung (turgor pressure). Tiap sel tadi tumbuh membentuk sebuah kolom vertikal dengan menyisipkan sel-sel baru pembentuk dinding secara merata di sepanjang batang.

Komponen struktur utama sel-sel ini adalah serat-serat chitin dengan tatanan heliks dangkal yang mengulir seputar sumbu sel.

Serat-serat chitin ini tertanam dalam material pembentuk dinding dengan konfigurasi matriks, menjadikan material dinding seperti sebuah komposit serat karbon. Chitin merupakan biopolimer yang memiliki kekuatan luar biasa (juga digunakan oleh serangga sebagai rangka luar mereka) dan memberikan kekuatan lateral yang dahsyat kepada dinding sel, sehingga tekanan dari dalam itu terpusat dalam kolom vertikal. Air memasuki sel melalui osmosis, dan tekanan turgor yang dihasilkan menyediakan gaya vertikal yang memungkinkan jamur mendorong ke atas menembus aspal.

Fenomena ini pertama kali diteliti 75 tahun silam oleh Reginald Buller, yang mengukur daya angkatnya dengan menaruh beban di atas jamur yang ditumbuhkan di dalam sebuah tabung kaca. Menurut perhitungannya, tekanan ke atas itu kurang lebih sama dengan dua per tiga tekanan atmosfer.

Sel-sel jamur memiliki sebuah mekanisme yang tunduk kepada hukum gravitasi. Mekanisme inilah yang membuat jamur tumbuh tepat tegak lurus. Sebuah jamur yang ditanam miring akan dengan cepat mengatur diri supaya tumbuh tegak lurus lagi.

Graham Gooday

University of Aberdeen, Inggris

Aspal setebal lima sentimeter belum apa-apa bagi jamur yang berotot kawat. Sebuah jamur besar yang biasa disebut shaggy ink-cap (Coprinus comatus) yang ditemukan di Basingstoke terbukti berhasil mengangkat sebidang batu berukuran 75 kali 60 sentimeter sampai 4 sentimeter lebih tinggi dibanding permukaan jalanan dalam kira-kira 48 jam.

Menurut sejarahnya, jamur sering tumbuh di bengkel bengkel pandai besi, mungkin dari kotoran kuda yang bercampur dengan lempung untuk cetakan. Ada cerita yang mengatakan bahwa cetakan yang telah berisi logam berat sering berhasil terangkat oleh jamur. Jamur dalam cerita tersebut umumnya termasuk jamur liar seperti Agaricus campestris. Apa pun spesiesnya, mekanisme pengerahan daya yang dimiliki oleh jamur sama, yakni tekanan hidraulik.

Seperti yang ditemukan oleh Buller, jamur bernama Coprinus sterquilinus yang tampak empuk dan rapuh ternyata mampu memberikan dorongan ke atas sekuat hampir 250 gram dengan batang setebal 5 milimeter, maka tidak mengherankan jika spesies yang lebih bongsor mampu mengoyak aspal jalanan.

Richard Scrase

Mushroom Makers Batth, Somerset, Inggris

[?] Semut yang sakti!

Dalam upaya mematikan semut yang terlanjur berkeliaran dalam makanan, saya memasukkan mereka ke dalam microwave oven.

Anehnya, semut-semut itu tetap sehat dan bugar. Mereka tetap berlarian ke sana ke mari sementara oven dioperasikan, tidak mati. Bagaimana mereka sanggup

bertahan hidup dalam upaya pembantaian ini?

Judith Kelly

Darwin, Northern Territory, Australia

Jawabnya sederhana sekali. Dalam sebuah microwave oven konvensional, gelombang-gelombangnya tidak terlalu rapat, sebab itu sudah memadai untuk memasak makanan dengan baik. Semut-semut itu kecil sekali sehingga mereka dapat menghindar dari hujan sinar dan sebagian besar tidak sampai mengalami cedera atau meninggal.

Li Yan

Norwich, Norfolk, Inggris

Dalam hal ini semut-semut itu memanfaatkan kenyataan bahwa gelombang mikro yang dipancarkan dalam ruang oven membentuk gelombang-gelombang berdiri.

Akibatnya di tempat-tempat tertentu dalam oven, kerapatan energi sangat tinggi sedangkan di tempattempat lain sangat rendah. Ini sebabnya kebanyakan oven dilengkapi dengan piringan yang dapat berputar guna memastikan agar makanan terpanaskan secara merata.

Pola gelombang berdiri ini dapat diamati kalau kita menaruh senampan marshmallow dalam microwave oven, kemudian mengoperasikannya barang sebentar. Hasilnya adalah sebuah pola ketika ada bagian tertentu yang matang sementara bagian lain belum matang pada nampan marshmallow. Bagaimanapun, pola gelombang berdiri bervariasi sesuai dengan sifat-sifat dan posisi bahan apa pun yang terdapat dalam oven, misalnya kehadiran semangkuk air.

Semut akan merasakan pola gelombang berdiri ini sebagai daerah-daerah panas atau dingin dalam oven dan selanjutnya dapat menentukan tempat-tempat berenergi rendah. Bahkan ketika seekor semut sedang berada di daerah energi tinggi, ukurannya yang kecil memungkinkan ia segera menjadi dingin kembali, lebih cepat dibanding benda lebih besar, sewaktu berupaya mencari daerah-daerah sejuk.

Di kalangan awam ada sebuah mitos bahwa gelombang mikro terlalu besar untuk memanaskan bendabenda kecil. Kepercayaan yang keliru ini telah dibuktikan oleh pakar kimia, termasuk saya, yang menggunakan gelombang mikro untuk pemanasan dalam pekerjaan mereka. Beberapa katalisator tertentu terdiri atas partikel-partikel penyerap gelombang mikro—biasanya berukuran submikron— yang terdispersi dalam sebuah bahan pendukung yang lembam. Ada bukti yang meyakinkan bahwa gelombang mikro hanya memanaskan partikel-partikel katalisator yang kecil itu.

A. G. Whitaker

Heriot, Borders, Inggris

Energi gelombang mikro kecil sekali di daerah dekat lantai atau dinding oven yang terbuat dari logam. Medan-medan elektromagnetik gelombang-gelombang mikro ini mengalami "pemendekan" oleh logam konduktor; ini sama seperti amplitudo gelombang-gelombang pada sebuah tambang, ketika diayun-ayunkan oleh seorang anak di satu ujung tetapi terikat pada sebuah tiang di ujung yang lain, yang mengalami reduksi sampai menjadi nol pada tiang. Seekor semut yang merayap pada tambang

bisa melenggang dengan nyaman dekat tiang, tetapi bisa terlempar di sekitar puncak gelombang di bagian tengah.

Untuk peragaan singkat, tempatkan dua sendok mentega dalam sebuah microwave oven pada dua buah tatakan dari polistirena, sebuah diletakkan di lantai, sebuah lagi ditaruh di atas sebuah gelas yang dibalik. Jangan lupa memasukkan juga segelas air ke dalam oven ini. Ketika dipanaskan, mentega di atas gelas terbalik meleleh lebih cepat dibanding mentega di lantai oven.

Charles Sawyer

Camptonville, California, AS

[?] Bagaimana dengan serangga kecil?

Bagaimana mungkin serangga kecil (gnat) terbang dalam hujan lebat tanpa tersambar oleh butir-butir air yang jatuh?

L. Pell

Uffington, Oxfordshire, UK

Sebutir air hujan yang jatuh menciptakan sebuah gelombang tekanan kecil di depannya (di bawah butir hujan). Gelombang ini mendorong serangga kecil ke samping sehingga yang belakagan ini selamat. Raket pemukul lalat terbuat dari jaring atau memiliki lubang-lubang di permukaannya untuk mengurangi gelombang tekanan ini, sebab bila tidak demikian lalat akan selalu lolos dari raket.

Alan Lee

Aylesbury, Buckinghamshire, Inggris

Dunia serangga tidak seperti dunia kita. Karena perbedaan skala, kita dapat menganggap benturan antara butir hujan dan seekor serangga kecil sama dengan benturan antara sebuah mobil berkecepatan sama dengan butir hujan dan seseorang dengan kerapatan massa hanya satu per seribu manusia normal— misalnya ketika seseorang itu terbuat dari balon karet berukuran sama.

Balon tersebut akan terusir pergi dengan mudah, dan baru akan meledak apabila terjepit di antara mobil dan sebuah dinding.

Tom Nash

Sherborne, Dorset, Inggris

[?] Lintasan terbang seekor tawon

Pacar saya berkata mustahil menggambarkan bagaimana seekor tawon terbang. Agaknya hewan yang satu ini melanggar hukum-hukum fisika. Betulkah?

Torbjorn Solbakken

Norwegia

Kasus sangat terkenal terkait dengan pernyataan bahwa tawon besar (bumblebee) seharusnya tidak bisa terbang merupakan contoh klasik ketidakcermatan dalam melakukan pendekatan. Pernyataan tersebut berawal dari seseorang yang mencoba menerapkan sebuah persamaan dasar dari aeronautika ke cara terbang seekor tawon.

Persamaan ini menghubungkan gaya dorong yang diperlukan oleh sebuah benda untuk terbang dengan massa dan luas permukaan sayap-sayapnya. Dalam kasus tawon, ini menghasilkan sebuah harga yang luar biasa tinggi—sebuah tingkat kerja yang mustahil dilakukan oleh hewan sekecil itu. Dengan kata lain persamaan tersebut "membuktikan" bahwa sesungguhnya tawon tidak dapat terbang.

Bagaimanapun, persamaan ini mengandaikan tawon dalam keadaan stasioner, diam, bukan sedang mengepak-ngepakkan sayap, berarti ini sebuah penerapan yang keliru. Sudah barang tentu, dalam fisika, ketika sebuah persamaan gagal melakukan pembuktian, kita selalu dapat melakukan pengamatan empirik— apabila seekor tawon tampak seolah-olah sedang terbang, mungkin sekali ia memang sedang terbang.

Simon Scarle

London, Inggris

[?] Menaklukkan conker

Saya pernah diberi tahu oleh seorang teman bahwa cara memperkuat sebutir conker sebelum adu conker adalah memanggangnya dalam oven. Padahal sejak masih kanak-kanak saya ingat pernah diberi tahu bahwa cara meningkatkan kekuatan conker adalah merendamnya dalam larutan cuka. Metode manakah yang menghasilkan conker juara dan mengapa demikian?

Melalui email,

tanpa nama atau alamat

Cara paling sederhana dan terbaik untuk memperkeras conker adalah menaruh mereka dalam sebuah laci sampai setahun berikutnya. Bagaimanapun, apabila kita tidak memasangkan tali sewaktu biji ini masih baru dan lunak, kita akan harus melubanginya menggunakan bor.

Baik anak-anak maupun cucu saya bermain menggunakan conker yang telah disimpan lama. Ada yang sudah berusia 50 tahun.

Mereka tidak pernah kalah.

F. Grisley

Barry, South Glamorgan, Inggris

Saya sudah mengikuti adu conker sekitar 50 tahun dan saya selalu merendam biji ini dalam cuka. Ini menjadikan biji-biji itu sangat keras dan juara. Saya sangat puas dengan metode ini sampai beberapa tahun lalu ketika saya dikalahkan oleh seseorang yang telah merendam conker-nya dalam Oil of Ulay. Tampaknya, minyak ini menjadikan conker lebih lentur, membuatnya mampu menyerap tumbukan dengan biji kebanggaan saya.

Michael Dutton

Gloucester, Inggris

Baik pemanggangan maupun perendaman dalam cuka bukan cara yang efektif untuk memperkuat conker. Pemanggangan membuat biji chestnut (Castanea sativa) getas, yang berarti bisa pecah dalam sekali hantam ketika diadu dengan biji lawan. Perendaman menjadikan isinya busuk. Varnishing, sebuah teknik lain, juga tidak

efektif (selain mudah diketahui oleh lawan).

Sesungguhnya, kita tak perlu melakukan apa pun untuk menjadikan sebuah conker kuat. Cukup tidak menggunakan dahulu biji yang diambil dari musim sekarang (conker biasanya diambil pada musim gugur) dan sebagai ganti pakai biji yang sudah tua.

Makin tua conker biasanya makin keras. Conker seperti itu mudah diidentifikasi— alih-alih memiliki kulit berwarna cokelat mengilap, kulit conker yang tangguh tampak kusam dan gelap, bahkan hitam. Dan akhirnya, buat lubang untuk tali sekecil mungkin.

Nick Aitchison

Longlevens, Gloucestershire, Inggris

Cara terbaik untuk membuat sebuah conker yang tak terkalahkan adalah mendiamkannya selama setahun sesudah menemukannya atau, untuk mempercepat proses, panggang saja. Taruh semua conker Anda dalam oven pada setelan gas 1 (120 derajat C) selama kira-kira dua jam.

Jangan memanggang mereka lebih lama karena bagian dagingnya akan menjadi arang dan lemah. Bahkan andai panas membuat kulit conker Anda retak, daging di dalamnya sudah sekeras batu.

Jangan merendam conker Anda dalam cuka. Walaupun cuka membuat kulitnya lebih keras, dagingnya akan menjadi lunak dan jika ada celah di dalamnya conker menjadi tak berguna.

Patrick Wigg

London, Inggris

Setiap pemain conker tidak sependapat dengan sesama mereka dalam hal cara terbaik membuat biji yang tak terkalahkan. Karena perbedaan pendapat seperti di atas merupakan bagian yang penting dalam permainan ini, kami sengaja membiarkan jawaban-jawaban yang saling bertentangan.

- **Editor**

Saya tergelitik oleh semua dialog tentang conker, dan saya mengambil kesimpulan tentang biji chestnut yang diikatkan pada seutas tali ini. Wahai orang Inggris, apa yang kalian perbuat dengan biji-biji ini? Semoga tidak termasuk penggunaan sebagai makanan.

Jennifer Holtzman

North Hollywood, California, AS

Permainan macam apakah yang disebut conker? Apakah seperti saling pukul dengan bantal tetapi digantikan dengan biji chestnut yang keras? Kadang-kadang kami yang tinggal di bekas koloni Inggris perlu sedikit pencerahan soal ini ...

Jay Kangel

Melalui email, tanpa alamat

Adu conker tampaknya sebuah permainan khas Inggris maka kami sadar bahwa kami harus mencerahkan para pembaca internasional kami. Conker adalah buah

keras dari sebuah pohon yang disebut horse chestnut tree. Buah ini dikumpulkan dalam musim gugur, kulitnya yang berduri dibuang, kemudian isinya dibiarkan sampai matang. Sebuah lubang selanjutnya dibuat untuk memasang tali.

Peraturan selengkapnya untuk pertandingan yang asli rumit tetapi permainan ini dimainkan oleh anak-anak sekolah (termasuk oleh yang sudah besar) antara dua orang, masing-masing memegang sebuah conker. Salah seorang pemain menggantungkan conker mereka pada seutas tali, membuatnya diam, sedangkan sang lawan mengayunkan conker nya, juga pada seutas tali, berusaha membentur conker yang diam. Mereka bergantian melakukannya sampai salah satu conker rusak berat dan terlepas dari talinya. Pemenangnya jelas sang pemain dengan conker masih utuh. Sudah barang tentu, makin kuat dan makin keras conker, makin besar peluang untuk sukses.

Kalau diperlukan, ini barangkali bukti lebih lanjut tentang obsesi orang Inggris dalam menciptakan metode kompetisi yang eksentrik meski seperti orang kurang kerjaan.

- **Editor**

Orang Australia menyebut permainan ini bullies dan dimainkan dengan cara mirip dengan cara orang Inggris bermain conker.

Saya tahu permainan ini dimainkan setidaknya antara 1900 dan 1970 di kawasan barat New South Wales dan Australia Selatan dan sebelum kehadiran TRS-80 dan Commodore 64. Sebagaimana diketahui oleh orang Australia asli atau pernah tinggal di pedalaman, bully adalah biji sebuah pohon yang disebut quandong. Pohon yang juga dikenal dengan sebutan peach liar ini banyak dijumpai di pedalaman, sebagai parasit pada tumbuhan lain, dan berbuah setahun sekali, dengan buah manis berwarna merah cerah, berdiameter sampai 40 milimeter.

Buah ini sudah lama dimanfaatkan untuk membuat kue dan selai di Australia dan sekarang makin banyak dijumpai di pasaran. Biji buah ini sangat bundar dan pejal seperti bola golf. Umumnya berdiameter sekitar 20 milimeter, ada isinya tetapi mempunyai kulit sekeras batu. Melubangi biji ini sulit sekali. Banyak mata bor milik orangtua yang menjadi rusak karenanya. Untuk panjang tali ada aturannya, begitu pula untuk ukuran kalangan. Seingat saya, bully yang kalah adalah bully yang remuk.

Biji ini tidak perlu atau tidak harus dipanaskan—kalau pun dipanaskan, itu untuk keperluan pembibitan, jadi tujuannya supaya kulit biji menjadi lunak. Saya tidak tahu apakah dunia internasional tertarik dengan permainan yang mengasyikkan ini, tetapi saya sungguh pernah mengusulkannya untuk dipertandingkan di Olimpiade Sydney tahun 2000. Saya pasti memberikan sumbangan andai itu disetujui.

Jim Bills

Melalui email, tanpa alamat di Australia

Adik saya didiskualifikasi dari pertandingan conker di sekolah karena memakai conker yang disuntik dengan resin epoksi.

J. McIntyre

Balsham, Cambridgeshire, Inggris

[?] Betul sekali

Mengapa kebanyakan telur berbentuk seperti sekarang?

Max Wirth

Bowness on Windermere, Cumbria, Inggris

Telur mempunyai bentuk seperti sekarang karena beberapa alasan. Pertama, bentuk tersebut memungkinkan peletakan yang pas dalam sarang, dengan sedikit ruang kosong di antara mereka. Ini mengurangi hilangnya panas dan memungkinkan pemanfaatan ruang dalam sarang secara efisien. Kedua, jika telur bergulir, ia akan bergulir dalam sebuah lintasan berbentuk lingkaran dengan ujung runcing di sebelah dalam. Artinya di sebuah permukaan yang datar telur yang bergulir mempunyai peluang untuk tidak jatuh. Ketiga, bentuk telur seperti ini lebih memudahkan unggas ketika bertelur (dengan pengandaian bahwa ujung bundar muncul lebih dahulu), dibanding jika telur berbentuk bola atau silinder.

Akhirnya, alasan paling penting adalah bahwa bentuk telur ayam seperti sekarang paling ideal untuk ditaruh di tatakan telur dan di tempat telur di pintu lemari pendingin. Tak ada bentuk lain yang lebih baik.

Alison Woodhouse

Bromley, Kent, Inggris

Kebanyakan telur berbentuk seperti sekarang (ovoid) karena telur yang memiliki sudut atau pinggiran secara struktur lebih lemah, selain membuat unggas betina tidak nyaman ketika mengeluarkannya. Bentuk yang paling kokoh sebetulnya bentuk bola, tetapi telur berbentuk bola akan bergulir tak terkendali dan ini akan merugikan, terutama untuk burung yang bersarang di batu-batu cadas.

Kebanyakan telur akan bergulir membentuk lintasan lengkung, yang akhirnya berhenti dengan ujung runcing menghadap ke atas. Bukti-bukti menunjukkan bahwa burung-burung yang bersarang di batu cadas memiliki telur dengan salah satu ujung lebih runcing sehingga busur lingkaran lengkungnya lebih pendek.

John Ewan

Wargrave, Berkshire, Inggris

Telur unggas memiliki bentuk seperti sekarang sebagai konsekuensi proses bertelur mereka. Telur "berjalan" dalam saluran telur (oviduct) berkat gerak peristalsis otot-otot saluran telur, yang tersusun dalam bentuk rangkaian cincin, secara bergantian mengendur di sebelah depan telur dan mengerut di sebelah belakangnya. Ketika masih di bagian awal saluran telur, kulit telur masih lunak dan berbentuk bola. Gaya-gaya kontraksi di bagian belakang telur, dengan cincin-cincin otot yang mengerut secara bergantian, membuat bentuk bagian belakang telur berubah dari bola menjadi kerucut, sedangkan otot-otot yang mengendur di sebelah depan telur menjadikan bentuk di situ tetap seperti bola. Sementara itu pengapuran kulit terus berjalan dan bentuk telur akhirnya sampai ke tahap yang tidak berubah lagi. Ini bertolak belakang dengan telur-telur reptil yang berkulit lunak dan dapat kembali ke bentuk bola seperti semula sesudah "persalinan."

Keuntungan bentuk telur seperti ini dalam hal penataan di sarang dan dalam menghindari kemungkinan terjatuh barangkali berperan dalam pemilihan unggas-unggas yang menelurkan telur lebih ovoid (dengan pengandaian bahwa kecenderungan ini diwariskan) tetapi bentuknya sendiri merupakan akibat tak terhindarkan dari proses perjalanan telur, bukan karena tekanan seleksi dalam sejarah evolusi.

A. MacDiarmid-Gordon

Sale, Cheshire, Inggris

[?] Tanda keberuntungan

Burung-burung di sekitar tempat tinggal saya biasa makan serangga-serangga kecii berwarna hitam. Lalu bagaimana mereka, dari tempat mereka yang tinggi, bisa menghadiahi saya setitik produk limbah mereka yang jelas sekali berwarna putih?

M. Rogers

Great Hockham, Norfolk, Inggris

Orang melakukan kesalahan yang umum ketika mengira limbah burung yang berwarna putih itu feses.

Sesungguhnya, tetesan putih itu urin. Burung mengekskresikan asam urat (uric acid), bukan urea karena yang belakangan ini bahan padat yang tak dapat larut. Dengan cara ini mereka menghemat air dalam proses urinasi—salah satu cara adaptasi mereka untuk mendapatkan power-to weight ratio yang bagus.

Guy Cox

University of Sydney, Australia

Bahan putih yang tampak pada tetesan limbah burung, dan banyak reptil, adalah urin mereka.

Vertebrata yang tergolong primitif mengekskresikan limbah nitrogennya yang beracun relatif secara langsung, dengan sejumlah air yang mereka gunakan untuk mengencerkan bahan-bahan seperti ammonia.

Bagaimanapun, burung dan reptil—setidaknya kadal dan ular, dengan limbah yang sudah kita kenal— sesungguhnya berbeda.

Tampak oleh kita bahwa konversi produk limbah nitrogen mereka yang beracun menjadi produk yang relatif tak dapat larut namun selanjutnya dapat dibentuk menjadi pasta adalah sebuah adaptasi evolusioner. Ini memungkinkan mereka beralih ke darat dari tempat hidup semula di perairan, bahkan selanjutnya mampu hidup di tempat-tempat yang secara ekologi tidak memiliki air.

Di tempat-tempat seperti itu hewan-hewan tersebut harus tidak usah mencari air tambahan untuk mengencerkan produk limbah yang beracun dan membuangnya ke luar dari sistem, maka burung-burung dan kadal memecahkannya dengan mengembangkan kemampuan menghasilkan asam urat yang tak dapat larut tetapi relatif tidak beracun. Yang menarik, burung-burung yang mengonsumsi bahan-bahan berserat dalam diet mereka, misalnya grouse (Lagopus lagopus) dan ptarmigan (Lagopus mutus) yang gemar memakan heather (Caliuna vulgaris), sejenis rumput, menghasilkan limbah yang mirip sekali dengan feses marmut (Cavia porceilus). Hanya di sana-sini di antara tetesan limbah tersebut ada cairan urin yang berwarna putih sebagai komponen terbesar feses mereka.

Philip Goddard

Melalui email, tanpa alamat

Para koresponden terdahulu melupakan satu fakta, bahwa mereka adalah hewan petelur (oviparous). Evolusi ekskresi yang tak dapat larut mereka tak terkait

sama sekali dengan " power-to-weight ratio yang bagus" atau kemampuan "hidup di daerah langka air."

Evolusi itu terjadi karena semua unggas dan banyak reptil memulai hidup mereka di dalam sebutir telur. Bahkan hewan amniotik petelur yang sewaktu dewasa hidup di air, seperti penguin dan buaya, harus melewati fase awal ini tanpa keracunan oleh produk-produk metabolisme yang dapat larut dalam air.

Ornoflur Thorlacius

Reykjavik, Iceland

Mereka menembak Anda dari tempat yang tinggi sebab kalau kurang tinggi akan terlalu mudah—kurang menantang. Limbah itu berwarna putih supaya, dari tempat setinggi itu, mereka dapat melihat apakah tembakan mereka tepat sasaran atau tidak.

S. B. Taylor

Canterbury, Kent, Inggris

[?] Merah atau putih?

Mengapa daging merah berwarna merah dan daging putih berwarna putih? Apa perbedaan antara bermacam-macam hewan yang menjadikan daging mereka berbeda warna ?

Tom Whiteley

Bath, Somerset, Inggris

Daging merah berwarna merah karena serat-serat otot yang membentuk bagian terbesar daging mengandung banyak sekali mioglobin dan mitokondria, yang kebetulan berwarna merah. Mioglobin, sebuah protein seperti hemoglobin dalam sel darah merah, bertindak sebagai tempat penyimpanan oksigen dalam serat-serat otot. Mitokondria adalah organel atau organ-organ kecil dalam sel yang menggunakan oksigen untuk membuat senyawa ATP yang selanjutnya memasok energi untuk kontraksi otot. Sebaliknya, serat-serat otot pada daging putih, tidak banyak mengandung mioglobin dan mitokondria.

Perbedaan warna di antara daging bermacam-macam hewan ditentukan oleh proporsi relatif kedua jenis serat otot utama ini. Serat-serat dalam otot merah tidak mudah kelelahan, sedangkan serat-serat dalam otot putih lekas kelelahan. Ikan yang aktif dan berenang dengan cepat seperti tuna memiliki proporsi otot merah yang tinggi dalam dagingnya sehingga tak mudah lelah, sedangkan ikan yang tidak seberapa aktif seperti ikan pari memiliki otot putih lebih banyak.

Trevor Lea

Oxford, Inggris

Warna daging ditentukan oleh konsentrasi mioglobin dalam jaringan otot yang menghasilkan warna kecoklatan selama dimasak.

Ayam dan kalkun selalu diandaikan memiliki daging putih, tetapi daging spesies ini yang hidup bebas (terutama daging di bagian kaki) berwarna cokelat. Ini karena unggas yang dibesarkan di alam bebas banyak bergerak dan menjadi lebih bugar daripada ayam potong yang dibesarkan di kandang sempit. Makin bugar unggas, makin tinggi respirasi otot mereka, maka kandungan mioglobin dalam jaringan otot mereka bertambah, dan akibatnya memiliki daging lebih cokelat.

Semua daging sapi berwarna kecoklatan karena sapi biasanya dibiarkan berlari-lari di tegalan, sedangkan daging babi lebih putih karena hewan yang satu ini terkenal malas.

T. Filtness

Winchester, Hampshire, Inggris

[?] Tukar tempat

Andai beruang kutub dipindahkan ke Antartika dapatkah mereka bertahan hidup? Dan apakah penguin akan bertahan hidup di Kutub Utara?

Richard Davies

Swansea, West Glamorgan, Inggris

Beruang kutub barangkali mampu bertahan hidup di Antartika, dan di lautan sekitarnya, tetapi mereka dapat mendatangkan kerusakan berat pada kehidupan liar asli di sana. Di Kutub Utara (Arktik), beruang kutub terutama hidup dari memangsa anjing laut, terutama anak-anak anjing yang baru lahir di lempengan es atau di pantai.

Banyak perbedaan antara kebiasaan berkembang biak antara anjing laut Kutub Utara dan anjing laut Kutub Selatan dapat ditafsirkan sebagai adaptasi terhadap hewan yang memangsa mereka. Di Kutub Utara ada beruang.

Beruang kutub akan berpesta pora dengan mamalia dan burung pemakan ikan yang banyak terdapat di Antartika. Penguin akan menjadi mangsa paling empuk karena tidak bisa terbang dan beranak-pinak di medan terbuka, sementara spesies yang lebih besar memerlukan waktu berbulan-bulan untuk membesarkan seekor saja anak mereka. Beruang memang bukan jago lari, tetapi mereka bisa menangkap anak penguin yang tambun dan menggemaskan atau menyantap telur yang sedang dierami.

Di Kutub Utara beruang terutama berburu di pinggiran lempengan es, yang cukup tebal untuk menopang berat mereka tetapi cukup tipis bagi anjing laut untuk membuat lubang bernapas. Sejumlah pulau di lepas pantai utara Kanada, Alaska, dan barat laut Eropa menyediakan habitat yang sesuai sekali bagi mereka. Benua Antartika lebih dingin, dengan pulau-pulau di lepas pantai yang hanya beberapa buah, maka barangkali beruang akan lebih suka tinggal di lintang lebih utara di Laut Selatan daripada di kutubnya sendiri.

Kita hanya bisa berharap tak ada orang mencoba menerapkan usulan seperti di atas. Memasukkan predator secara tidak alami ke suatu lingkungan dapat merusak tatanan kehidupan liar yang sudah ada, sebab hewan-hewan lama tidak terbiasa berhadapan dengan mereka. Ini telah terjadi ketika orang memasukkan stoat ke Selandia Baru, rubah dan kucing ke Australia, dan tikus yang terbawa oleh kapal ke banyak pulau terpencil.

Hewan-hewan besar juga akan merusak tumbuhan yang hanya sedikit, lemah, dan sulit tumbuh di Antartika. Sebagai contoh, rusa tundra Norwegia (reindeer) telah merusak banyak tanaman asli South Georgia, sebuah pulau di bagian selatan Atlantik, sejak mereka dibawa ke sana 80 tahun yang lalu.

C. M. Pond

Department of Biological Sciences, The Open University, Milton Keynes, Buckinghamshire, Inggris

Sementara ini, sejauh yang saya ketahui, tak seorang pun pernah begitu bodoh sampai membawa beruang kutub ke Antartika, walaupun setidaknya orang pernah dua kali mendatangkan penguin ke Kutub Utara.

"Penguin" asli pada dasarnya adalah mendiang burung auk besar (Pinguinus impennis) sejenis burung penyelam bersayap pendek, yang dahulu pernah terdapat dalam jumlah besar di sekitar pesisir utara Atlantik. Walaupun tak ada hubungan dengan penguin di belahan bumi selatan, penampilan mereka mirip sekali, dan menempati relung ekologis (ecofogicat niche) yang sama dengan penguin, terutama penguin raja di kawasan subantartika.

Ketika sebuah spesies asing masuk ke sebuah lingkungan baru, pasti sesungguhnya ada relung ekologis yang sesuai untuk diisi oleh spesies itu, dan relung itu pasti sedang kosong. Secara umum, relung ekologis yang ditempati oleh penguin di selatan diisi oleh keluarga auk di utara. Akan tetapi kepunahan auk besar pada pertengahan abad kesembilan belas di tangan para pemburu paus yang rakus menciptakan tidak hanya sebuah kekosongan yang dapat diisi dengan pas oleh penguin besar, tetapi juga sebuah permintaan ekonomi yang potensial untuk daging penguin yang kaya lemak dan telurnya yang kaya protein.

Barangkali peluang ekonomi seperti itulah yang membuat orang secara sendiri-sendiri pernah dua kali mencoba memperkenalkan penguin ke perairan Norwegia pada akhir tahun 1930-an. Yang pertama, oleh Cari Schoyen dari Masyarakat Perlindungan Alam Norwegia, yang melepaskan sekawanan yang terdiri atas sembilan ekor penguin raja di Rest, Lofoten, Gjesvaer dan Finnmark dalam bulan Oktober 1936. Dua tahun kemudian, Federasi Nasional untuk Perlindungan Alam, dalam sebuah operasi yang sama-sama luar biasa, telah melepaskan beberapa ekor penguin makaroni dan penguin jackass di daerah yang sama, bahkan meskipun burung-burung lebih kecil ini jelas akan bersaing ketat dengan auk atau burung-burung laut asli lain.

Hasilnya tidak membahagiakan bagi para peneliti dan, teristimewa, bagi penguin sendiri. Di antara mereka yang nasibnya diketahui, seekor penguin raja dengan cepat dibantai oleh seorang penduduk setempat yang menganggapnya semacam hantu, sedangkan seekor penguin makaroni mati di sebuah jala nelayan dalam tahun 1944, walaupun dari kondisinya mungkin burung ini berhasil bertahan hidup selama enam tahun di perairan yang asing baginya.

Dan segera menjadi jelas bahwa alasan sesungguhnya mengapa setiap upaya pengisian relung ekologis yang ditinggalkan oleh auk besar ditakdirkan gagal adalah sama persis dengan alasan mengapa relung tersebut kosong— burung laut sebesar itu tidak mampu hidup tenang bersama predator yang selain besar juga pintar: manusia. Sudah barang tentu, kehadiran manusia yang terus bertambah di kawasan jauh ke selatan kini tengah mengancam penguin-penguin di habitat alami mereka.

Hadrian Jeffs

Norwich, Norfolk, Inggris

[?] Bagaimana baunya?

Mengapa hidung anjing berwarna hitam?

Rachel Colin (usia 11)

Eudlo, Queensland, Australia

Meskipun sebagian besar anjing memiliki hidung berwarna hitam, tidak semua anjing seperti itu. Hidung anjing jenis vizsla dan weimaraner, misalnya, memiliki warna yang serasi dengan warna bulu mereka— berturut-turut merah dan perak—dan bukan tidak lazim bagi anak-anak anjing dari turunan apa pun bila hidung mereka mula-mula berwarna pink dan baru belakangan menjadi gelap sejalan dengan usia. Saya mempunyai seekor anjing gembala Shetland yang mempertahankan warna pink di bagian dalam lubang hidungnya untuk seumur hidupnya.

Anjing mungkin sekali mengembangkan hidung berwarna hitam sebagai upaya perlindungan terhadap kemungkinan terbakar oleh matahari. Sementara bagian lain tubuh anjing dilindungi dengan bulu, hidung anjing yang berwarna terang terbuka lebar terhadap terjangan sinar matahari. Anjing-anjing berhidung pink, jenis anjing tak berbulu dan anjing-anjing dengan bulu sangat tipis pada telinga mereka perlu dilindungi dengan olesan tabir surya apabila mereka kita bawa ke luar, sama seperti kita, kecuali kita tidak takut terkena kanker atau terbakar.

Selain itu, penangkar anjing telah lama menyimpulkan bahwa hitam merupakan warna satu-satunya yang baik untuk hidung anjing dari trah mana pun. Walaupun mereka mendasarkan ini semata-mata atas alasan estetika, kebiasaan ini berpengaruh terhadap kecenderungan memilih di kalangan para penangkar anjing trah.

Jika semula kecenderungan anjing memiliki hidung berwarna hitam terjadi karena tuntutan alami, belakangan manusia pun ikut mendorong arah evolusi ini.

Julia Ecklar

Trafford, Pennsylvania, AS

Kulit hidung berwarna hitam mengandung pigmen kulit melanin, terutama dalam wujud eumelanin cokelat tua atau hitam.

Melanosit, sel-sel yang memroduksi bahan mentahnya, menyekresikannya ke dalam sel-sel kulit, dan belakangan matahari membuatnya lebih gelap. Melanin dalam sel-sel kulit melindungi DNA dalam sel-sel dari mutasi yang disebabkan oleh radiasi ultraviolet dari matahari.

Jon Richfield

Somerset West, South Afrika

4. Makanan dan minuman

[?] Supaya awet, tapi ...

Kulit pisang dalam lemari es lebih lekas menjadi cokelat dibanding kulit pisang dalam ruangan, tetapi isinya masih dapat dimakan. Saya mengira perubahan menjadi cokelat itu oksidasi, tetapi andai demikian mengapa prosesnya lebih cepat dalam suhu dingin ?

Alun Walters

Cardiff, Inggris

Saya tidak akan merekomendasikan penempatan pisang di lemari pendingin untuk membuatnya tetap segar. Seperti semua organisme hidup pisang menyesuaikan komposisi membran sel mereka untuk memberikan tingkat fluiditas membran yang sesuai untuk temperatur normal mereka. Mereka mengerjakan ini dengan mengubah-ubah kadar asam lemak tak jenuh dalam lipid membran: makin dingin pisang, akin tinggi kadar asam lemak tak jenuh dan makin besar kandungan air membran pada temperatur tersebut. Apabila Anda menaruh buah ini di tempat yang terlalu dingin, bagian-bagian yang mengandung membran menjadi terlalu kental sehingga membran-membran sel kehilangan kemampuan mereka untuk mempertahankan agar kompartemen sel yang berbeda tetap terpisah.

Enzim-enzim dan substrat yang dalam keadaan normal saling terpisah kini bercampur aduk. Buah pisang yang kelewat matang di luar lemari pendingin menjadi cokelat melalui mekanisme yang sama tetapi, dalam hal ini, penguraian membran terjadi karena proses penuaan jaringan secara umum. Di tempat penyimpanan komersial yang dingin, memar atau lebam yang terjadi akibat perlakuan ini sesungguhnya sebuah masalah besar untuk buah-buahan tropis, sementara buah-buahan iklim sedang seperti apel dan pir dapat disimpan dengan tenang pada temperatur mendekati beku. Oleh sebab itu, saya penasaran soal apakah pisang yang disimpan dalam lemari pendingin sungguh masih seenak yang dibiarkan di luar? Selagi ingat, karena tomat adalah buah semitropis saya pun tidak akan menganjurkan Anda menyimpan buah ini dalam lemari pendingin.

Alistair MacDougall

Institute of Food Research

Norwich, Inggris

Sementara banyak buah menjadi stabil berkat pendinginan, kebanyakan buah-buahan tropis dan subtropis (khususnya pisang) mengalami memar atau lebam akibat kedinginan. Temperatur ideal untuk pisang adalah 13,3 derajat C. Di bawah 10 derajat C lebam makin lebar, yang dipercepat oleh pelepasan enzim-enzim dan kulit pisang bisa menghitam dalam semalam ketika baik daging buah maupun kulitnya menjadi lunak. Enzim-enzim yang semula tersimpan dalam sel-sel bocor ke luar dan kebocoran ini menyebabkan kenaikan permeabilitas membran. Ini dibantu oleh gas etilena yang berfungsi mengendalikan proses pematangan dan bereaksi ketika buah menjadi lebam karena kedinginan serta ketika buah mengalami serangan parasit.

Kedua enzim yang menguraikan polimer-polimer utama penanggung jawab struktur tumbuhan adalah selulase dan pektinesterase.

Enzim-enzim ini selanjutnya menguraikan selolosa dan pektin.

Penguraian pati oleh enzim-enzim sejenis amilase pun terjadi dalam proses pelunakan jaringan jaringan buah pisang.

Penghitaman kulit disebabkan oleh pelepasan sebuah enzim lain yang disebut polifenil oksidase (PPO). Ini sebuah enzim yang sangat bergantung pada oksigen dan melakukan polimerisasi terhadap fenol yang muncul secara alami dalam kulit pisang menjadi polifenol-polifenol yang memiliki struktur sama dengan melanin dalam kulit manusia yang terbakar oleh matahari.

PPO juga dihambat oleh asam dan ini sebabnya orang menggunakan jus jeruk untuk mncegah apel menjadi cokelat. Pisang memiliki kadar asam rendah dan ini salah satu alasan mengapa mereka dengan cepat menjadi hitam. Akhirnya, penghitaman kulit dapat diperlambat melalui pelapisan pisang menggunakan lilin agar persentuhan dengan oksigen tidak terjadi.

M. V. Wareing

Braintree, Essex, Inggris

Melanjutkan jawaban yang sudah ada: betul, proses menjadi cokelat itu sebuah reaksi oksidasi. Betul, reaksi ini dirangsang oleh pendinginan. Akan tetapi, ada yang kurang, temperatur rendah sendiri tidak mempercepat reaksi oksidasi dalam buah pisang.

Pisang menyukai iklim yang panas, dan membran-membran sel mereka rusak ketika disimpan dalam lemari pendingin. Kerusakan membran menyebabkan amina-amina fenolat seperti dopamin, yang biasanya terdapat di dalam vakuola sel-sel kulit pisang, bocor ke luar dan berhadapan dengan enzim-enzim pengoksidasi (polifenol oksidase) di tempat lain dalam sel. Dopamin ini selanjutnya dapat teroksidasi oleh oksigen di udara membentuk polimerpolimer berwarna cokelat, yang bisa bertindak sebagai perisai pertahanan. Setelah dimulai oleh kerusakan membran akibat pendinginan, reaksi-reaksi pencokelatan dipercepat oleh udara hangat.

Tidak percaya? Taruhlah kulit sebuah pisang dalam freezer selama beberapa jam. Warnanya tetap putih karena, walaupun membran-membran rusak oleh pembekuan, oksidasi tidak dapat bekerja pada temperatur serendah itu. Sekarang keluarkan kulit pisang tadi dan taruh dalam suhu kamar selama semalam: kulit itu segera menjadi hitam karena dopamin teroksidasi. Apabila di sebelahnya ada sebuah kulit pisang lain yang tidak dimasukkan ke dalam freezer, kulit isang yang berfungsi sebagai kontrol ini tetap segar selama semalaman karena membran-membran vakuolanya masih utuh.

Stephen Fry

University of Edinburgh, Inggris

[?] Cadas yang transparan

Bagaimana cara membuat es yang transparan? Es dari freezer saya selalu berisi gelembung. Saya telah menggunakan air yang telah disaring dan telah dididihkan tetapi es yang terbentuk tidak pernah tampak seperti dalam iklan Scotch.

Philip Susman

Monash University, Victoria, Australia

Es yang dibuat dalam freezer rumahan mau tidak mau berkabut karena udara terlarut yang terkandung dalam air ledeng (sekitar 0,003 persen berat). Sewaktu air

dalam nampan es mengalami penurunan temperatur sampai di bawah titik beku, kristal-kristal terbentuk di sekitar pinggirannya. Ini es murni dan hampir tidak mengandung udara karena kelarutan udara dalam es sangat rendah dan air yang masih cair masih dapat menahan udara dalam wujud terlarut.

Begitu konsentrasi udara dalam cairan mencapai 0,0038 persen berat dan temperatur turun sampai -0,024 derajat C, cairan tidak dapat menampung udara lagi dan sebuah reaksi dimulai. Sewaktu air membeku udara dipaksa keluar dari larutan. Wujud udara yang alami pada temperatur dan tekanan seperti ini adalah gas, maka udara membentuk gelembung-gelembung dalam es.

Mesin-mesin pembuat es komersial menghasilkan es yang jernih dan menarik dengan cara mengalirkan air secara terus menerus ke komponen yang disebut freezing metal finger, atau ke freezing metal tray. Ini membuat air membeku sedikit demi sedikit sedangkan selebihnya langsung disingkirkan sebelum kandungan udaranya terlalu tinggi. Ketika es sudah cukup tebal metal finger atau metal tray dihangatkan untuk melepaskan es yang sebening kristal dan cukup bagus untuk difilmkan.

Sayang sekali, tanpa mesin pembuat es (ice machine), penanya agaknya harus puas dengan kubus es yang berkabut.

Andrew Smith

Newcastle-upon-Tyne, Inggris

Air mempunyai kerapatan tertinggi pada sekitar 4 derajat C. Di bawah itu kerapatan air berkurang lagi sampai ke titik bekunya.

Gelembung-gelembung udara terbentuk dalam es ketika pendinginan air berlangsung terlalu cepat karena ini menyebabkan sebagian air memiliki temperatur berbeda dari bagian lain. Es biasanya terbentuk di bagian air yang paling atas terlebih dahulu karena air yang lebih hangat dan lebih padat turun ke bawah lapisan es yang mulai terbentuk di situ.

Selain itu, lapisan paling atas biasanya juga bagian yang mengalami kontak dengan lingkungan dingin. Ini sama dengan yang terjadi di sebuah danau yang beku. Laju pemuaian yang beragam di bagian-bagian air yang berbeda mau tak mau menciptakan gelembung-gelembung udara yang tidak dapat meninggalkan air karena lapisan es di sebelah atas.

Guna menghindari gelembung-gelembung es, orang mendinginkan air secara sangat lambat sehingga perbedaan temperatur yang terlalu besar tidak terjadi, yang pada gilirannya dapat menyebabkan pemuaian yang sangat beragam. Pendinginan secara lambat pun memungkinkan udara memiliki waktu yang cukup untuk pergi ke permukaan dan menguap sebelum terperangkap oleh es yang padat.

Han Ying Loke

Edinburgh, Inggris

Air mengandung gas-gas terlarut. Ketika air membeku, gas itu terpaksa keluar membentuk gelembunggelembung yang kemudian terperangkap dalam es, menjadikannya tampak berkabut.

Guna mendapatkan es yang bening (transparan) Anda harus menggunakan air hangat, bukan air dingin, sebab gas terlarut dalam air hangat lebih sedikit. Anda juga bisa mencoba mengurangi daya pendinginan freezer Anda agar gas sempat pergi

sebelum air membeku. Saya telah mencoba cara ini dan hasilnya bagus sekali.

Gabriel Souza

Cambridge, Inggris

Yang saya takutkan koresponden Anda telah terpengaruh oleh fotografer profesional yang menggunakan kubus es dari resin akrilik (perspex) yang dipahat dengan tangan dalam iklan Scotch karena es tersebut tidak meleleh meskipun lampu studio panas sekali. Andai ia lebih cermat, barangkali ia juga melihat gelembung-gelembung kaca sangat kecil pada meniskus (lengkungan di tepi sebuah cairan) minuman lain— ini tidak akan menghilang begitu saja.

Martin Haswell

Bristol, Inggris

[?] Sampai ke atas

Sparkling wine atau bir yang dituang ke dalam sebuah gelas kering akan berbusa sampai ke atas. Andai gelas basah peristiwa tersebut tidak akan terjadi. Tuang sedikit sparkling wine ke dalam sebuah gelas sampai busanya naik, kemudian biarkan gelembung-gelembung itu menghilang, maka Anda dapat menuang lagi dengan cepat karena busa tidak akan naik lagi. Mengapa?

H. Sydney Curtis

Hawthorne, Queensland, Australia

Bir, sparkling wine, dan minuman bersoda lain adalah cairan yang telah dibuat superjenuh dengan gas. Walaupun termodinamika lebih suka jika gas mengapung ke luar dari keadaan terlarut, pembentukan gelembung menjadi mustahil karena gelembunggelembung harus mulai dari kecil. Tekanan gelembung-gelembung yang sangat kecil ini dapat mencapai sekitar 30 atmosfer dalam sebuah gelembung dengan diameter hanya 0,1 mikrometer. Karena kelarutan gas meningkat sejalan dengan kenaikan tekanan (hukum Henry), gas terpaksa kembali ke dalam larutan sama cepat dengan pelepasannya.

Gelembung dapat terbentuk di sekitar partikel debu dan pada tonjolan atau goresan di permukaan gelas. Tempat-tempat nukleasi ini bersifat hidrofobik dan memungkinkan kantong-kantong gas tumbuh tanpa harus membentuk gelembung kecil terlebih dahulu.

Begitu kantong gasmencapai ukuran kritis, ia menggelembung dan membulat membentuk bola dengan radius lengkung yang cukup besar untuk tidak runtuh dengan sendirinya ...

D. P. Maitland

Department of Pure and Applied Biology University of Leeds,

West Yorkshire, Inggris

Selain itu masih ada efek bola salju. Ketika jumlah gelembung mencapai sebuah angka kritis tertentu per satuan volume, ini dengan sendirinya membentuk sebuah gangguan fisik dan akibatnya lebih banyak gelembung yang dilepaskan. Nukleasi barangkali dipicu oleh bermacam-macam cacat atau takmurnian (imperfection) dalam sistem.

Kristas-kristal garam yang sangat kecil (misalnya kalsium sulfat) barangkali tertinggal dalam gelas ketika gelas di keringkan dengan cara dianginkan sesudah dicuci dengan air sadah (hard water). Serat-serat katun sangat kecil mungkin tertinggal dalam gelas apabila gelas dikeringkan menggunakan lap sesudah dicuci. Partikel-partikel debu barangkali masuk ke dalam gelas sesudah dibiarkan berdiri terbuka dalam waktu cukup lama. Gores-gores sangat kecil barangkali ada di permukaan sebelah dalam kecuali gelas Anda betul-betul baru.

Begitu bagian dalam gelas menjadi basah, kristal garam mana pun akan terlarut dan setiap serat katun tidak lagi berfungsi sebagai pusat nukleasi. Tentu saja sebagian besar partikel debu dan semua goresan tetap ada. Bagaimanapun, semua tadi telah tersalut oleh cairan dan minuman karbonasi yang masih segar hanya bisa mencapai mereka secara lambat sekali, melalui difusi.

Gelembung-gelembung akan masih terjadi, tetapi dengan laju terlalu kecil untuk menghasilkan efek bola salju. Akibatnya, minuman tidak berbusa lagi.

Allan Deeds

Daventry, Northamptonshire, Inggris

Untuk memeragakan peristiwa di atas, ambil sebuah gelas kemudian basahi permukaan sebelah dalamnya dengan minyak, yang lebih efisien sebagai agen penutup permukaan daripada air. Setelah itu masukkan minuman karbonasi murah ke dalamnya. Pengeluaran gelembung akan nol atau minimal. Sekarang, coba tambahkan sekian juta pusat nukleasi dengan memasukkan sesendok makan gula pasir.

Produksi gelembung akan seperti gunung berapi meletus.

Ronald Blenkinsop

Westcliff on Sea, Essex, Inggris

Bersyukurlah ada teknik produksi yang modern. Kini gelas memiliki mutu begitu bagus sehingga ada pabrik yang sengaja membuat takmurnian (imperfection), terutama dalam gelas bir, supaya gelembung yang terjadi cukup banyak demi penampilan yang menggugah selera.

Tony Flury

Ipswich, Suffolk, Inggris

[?] Krisis (karena) bawang

Apa bahan perangsang iritasi yang menyebabkan mata berair sewaktu mengiris bawang? Adakah cara untuk mencegahnya?

Stephen Mitchell

Redruth, Cornwall, Inggris

Bawang merah dan bawang putih sama-sama mengandung turunan-turunan asam amino yang mengandung belerang. Ketika sebutir bawang diiris, salah satu senyawa ini, S-1-propenilsistein-sulfoksida, diuraikan oleh sebuah enzim menjadi propantial S-oksida yang mudah menguap. Bahan inilah yang merangsang iritasi, juga disebut lakrimator.

Ketika kontak dengan air— dalam hal ini mata Anda— agen iritasi tersebut

terhidrolisis menjadi propanol, asam belerang dan hidrogen sulfida. Menangis adalah upaya mata untuk mengencerkan asam tersebut. Bagaimanapun, senyawa belerang yang sama inilah yang menimbulkan aroma segar ketika bawang dimasak.

Guna mencegah mata berair, saya menganjurkan salah satu yang berikut: berhenti menggunakan bawang (namun Anda akan kehilangan aroma lezatnya); mengenakan kacamata renang (Anda akan kelihatan konyol); mengiris bawang di bawah permukaan air (Anda akan kehilangan sebagian aromanya); sebelum mengiris bawang, cuci dan usahakan tetap basah.

Bernd Eggen

Exeter, Devon, Inggris

Guna mengurangi tingkat keparahan mata berair Anda harus mengusahakan agar agen iritasi sempat menyebar dan menipis (terdispersi) sebelum bersentuhan dengan mata. Yang paling masuk akal adalah berdiri sejauh mungkin dari bawang yang sedang diiris. Berbahagialah orang yang bertangan panjang. Lebih baik lagi jika Anda tidak berdiri tepat di atas bawah, tetapi agak ke belakang.

Sebuah cara lain untuk mengurangi jumlah agen iritasi yang mencapai mata adalah bernapas melalui mulut. Ini mengandung arti bahwa alih-alih menciptakan arus udara yang mengarah ke atas, ke hidung dan terus ke mata Anda, sambil membawa gas perangsang iritasi, udara diisap langsung ke dalam paru-paru ketika Anda mengirup atau dipaksa menjauhi wajah sewaktu Anda melepaskannya.

Guna memastikan bahwa Anda bernapas melalui mulut, gigit sebuah sendok pada gigi depan. Sejumlah celah yang dapat dilewati oleh udara terbentuk, dan sewaktu mulut terbuka kita cenderung lebih banyak bernapas melalui mulut daripada melalui hidung. Saya menemukan bahwa menggingit sendok yang mengarah ke bawah memberikan hasil paling baik, walaupun saya tidak mengetahui alasan ilmiah yang mendasarinya.

C. Burke

Farnham, Surrey, Inggris

Saya telah menemukan bahwa penggunaan lensa kontak mencegah iritasi mata sewaktu mengiris bawang.

Elaine Duffin

Keighley, West Yorkshire, Inggris

Sebaiknya Anda menempelkan sekerat jeruk lemon di bawah bibir atas sementara Anda mengiris. Anda memang menjadi kurang menarik tetapi cara ini berhasil mencegah Anda menangis.

Sheila Russell

Staines, Middlasex, Inggris

Saya menganjurkan sebuah tip lama yakni menggigit sebuah kubus gula dengan gigi depan untuk menyerap bahan pemicu iritasi. Cara ini sungguh berhasil, begitu pula ketika saya menggigit sebatang korek api, walaupun jarang sekali orang menerapkannya sekarang.

Michel Thuariaux

Geneva, Swiss

Gigit sepotong roti—misalnya seperempat kerat—di antara bibir Anda sewaktu mengiris bawang. Ini dahulu diajarkan kepada keluarga saya di Tanzania sekitar awal 1960-an oleh juru masak kami, Victor Mapunda, dari Malawi.

John Nurwick

London, Inggris

[?] Pertanyaan orang-orang berkelas

Kami diberitahu agar membiarkan anggur merah terangin-angin dahulu sebelum meminumnya supaya citarasanya lebih sempurna.

Saya ingin bertanya, tapi takut disebut kampungan. Bukankah lebih baik menuangkannya ke dalam sebuah tabung pengocok koktil, mengguncangnya selama 10 detik kemudian membiarkan gelembunggelembungnya hilang?

Chris Jack

London, Inggris

Anggur diangin-anginkan supaya bahan-bahan mudah menguap yang membawa aroma mulai menguap. Aroma yang sedap ini akan membuat orang lebih menikmati perjamuan. Mengocok minuman memberikan

cerita yang berbeda sama sekali. Minuman yang teragitasi bercampur dengan gas, yang memungkinkan oksigen mencapai molekul-molekul cairan sebanyak-banyaknya. Cairan yang teroksidasi ini memberikan rasa sangat berbeda. Untuk beberapa jenis minuman rasa ini mungkin menyenangkan. Akan tetapi, jika Anda mengoksidasi anggur yang Anda peroleh adalah cuka, yang sudah pasti tidak akan Anda sukai. Jadi, apakah sebuah minuman harus dikocok atau tidak tergantung pada jenis minuman itu sendiri.

Paul Mavros

Universitas Aristoteles Thessalonika, Yunani

Alasan orang menuang anggur pelan-pelan ke wadah lain (dekantisasi) biasanya telah berubah dalam beberapa tahun terakhir. Ini karena dua perkembangan: salah satunya dalam teknologi pembuatan anggur dan yang lain dalam rasa anggur. Alasan semula dekantisasi adalah memisahkan anggur dari partikulat-partikulat organik yang terjadi akibat pengendapan (presipitasi), dan agregasi (penggumpalan) asam tartarat, senyawa-senyawa tanin, yang merupakan partikulat-partikulat asli dalam sari buah anggur (grape) serta bahan-bahan mengandung protein yang terbentuk selama pematangan anggur (wine). Karena partikulat-partikulat ini memiliki ukuran dari kecil sampai kecil sekali dan kerapatan tidak jauh lebih tinggi daripada air sendiri, hukum Stokes meramalkan bahwa mereka akan tenggelam kembali ke dasar wadah secara lambat sekali setiap kali mereka tersuspensi akibat penanganan wadah (botol) yang kasar. Ini alasan orang membuat mesin dekantisasi mekanik yang memungkinkan pemiringan botol secara cermat untuk mengurangi kemungkinan partikulat-partikulat tersuspensi lagi.

Sebuah alasan lain yang sangat berbeda untuk dekantisasi terkait dengan aerasi anggur untuk mempercepat pelepasan unsur-unsur harum sekunder. Bila anggur tua tradisional barangkali sesungguhnya kehilangan sebagian unsur harum mereka

akibat aerasi yang berlebihan dan lekas menjadi hambar, dekantisasi untuk aerasi sejalan dengan perkembangan rasa pada anggur-anggur usia muda atau anggur-anggur yang disimpan dalam gentonggentong dari kayu oak, dengan pembobotan berbeda untuk keharuman primer dan sekunder yang bersangkutan.

Di Italia, dengan banyak pedagang anggur berpikiran maju yang telah bereksperimen dengan bermacammacam peralatan dan metode elevasi yang baru, dekantisasi sering berarti menuang isi sebuah botol langsung ke dalam sebuah decanter, menciptakan turbulensi luar biasa yang mengintensifkan percampuran udara dengan anggur.

Di tangan penyaji anggur yang percaya diri proses ini bisa menjadi sebuah atraksi seni yang memesona. Dengan alasan untuk dekantisasi seperti ini, masuk akal jika orang Italia mengembangkan sebuah decanter dari kaca dengan bibir tuang rata yang memungkinkan percampuran udara anggur maksimum sehingga aerasi lebih sempurna.

Oliver Straub

Basle, Swiss

Umumnya orang mengakui bahwa anggur merah harus diminum pada temperatur yang sama dengan temperatur sekitar dan, karena anggur sering disimpan di ruangan relatif dingin atau dekat lantai, aspek paling penting yang disebut breathing process dimaksudkan untuk menaikkan temperatur anggur.

Bagaimanapun, temperatur lingkungan di Inggris sering agak rendah dan anggur merah biasanya paling baik jika diminum pada sekitar 30 derajat C. Menempatkan botol anggur merah dalam sebuah microwave oven selama 50-60 detik (tergantung musim) pada daya tinggi akan menghasilkan efek yang diperlukan tanpa harus menunggu anggur terangin-angin sebelum diminum, tetapi jangan lupa melepaskan tutup luar dan gabusnya. Kalau anggur dikocok kuat-kuat dalam sebuah pengocok koktil, hasilnya adalah berbagai produk oksidasi, termasuk cuka, yang akan memberikan efek negatif pada citarasa anggur.

M. V. Wareing

Braintree, Essex, Inggris

Cuma penggumul ilmu kimia minum anggur merah pada temperatur 30 derajat C. Pakar anggur kami menganjurkan temperatur sekitar 17 derajat C.

-**Editor**

[?] Satu atau Dua?

Para ahli mengatakan bahwa Anda harus menggunakan air yang masih segar setiap kali membuat secangkir teh atau kopi. Mengapa begitu? Apa yang salah dengan air yang telah direbus dua kali?

Adakah yang tahu perbedaan di antara keduanya?

Ivor Williams

Okehampton, Devon, Inggris

Alasan air yang baru sekali mendidih lebih efektif untuk membuat teh dibanding air yang telah dididihkan dua kali adalah yang pertama memiliki kandungan oksigen

lebih tinggi. Ini menghasilkan rasa lebih lezat sebab lebih banyak teh akan terekstraksi dari daun-daun teh. Ini dapat diperagakan dengan mudah dengan menempatkan daun teh yang sama banyak dalam dua buah gelas besar. Gelas pertama diisi dengan air yang baru sekali mendidih sedangkan gelas kedua diisi dengan air yang sudah berulang kali dididihkan. Pemeriksaan pada kedua gelas setelah tiga menit akan menunjukkan air seduhan pada gelas pertama lebih merah dan lebih beraroma.

J. R. Stanfford

Marks & Spencer London, Inggris

Sewaktu masih kanak-kanak saya diberitahu bahwa alasan menggunakan air yang masih baru untuk membuat teh adalah karena oksigen terlarut menjadikan teh lebih sedap. Air yang telah didiamkan atau, lebih buruk lagi, telah dididihkan memiliki oksigen terlarut lebih sedikit. The British Standard 6008, yang menguraikan secara rinci cara membuat semangkuk teh, mengatakan bahwa air harus baru dididihkan tetapi tidak berkata apa pun tentang air yang baru diambil dari sumbernya. Standar itu juga mengatakan bahwa susu harus ditaruh dalam cangkir dahulu supaya tidak "pecah."

Karena British Standard identik dengan International Standar ISO 3103, pertanyaan tambahan saya adalah mengapa saya tidak bisa mendapatkan teh yang bermartabat di luar Inggris?

N. C. Friswell

Horsham, West Sussex, Inggris

Penjelasan tradisional untuk pembuatan teh dengan air baru mendidih adalah karena air yang sudah terlalu lama mendidih kehilangan sebagian besar oksigen terlarutnya, menjadikan teh terasa hambar. Pengalaman saya sendiri dengan air yang telah didihkan selama satu jam dan air yang baru mendidih menghasilkan perbedaan yang hampir tidak dapat dirasakan, bahkan meskipun daun teh yang digunakan bermutu tinggi dan telah diseduh selama lima menit.

Saya malahan ragu apakah penurunan mutu ketika kita membuat teh menggunakan air yang telah dididihkan dua kali penting atau memiliki makna praktis.

David Edge

Hatton, Derbyshire, Inggris

Saya melihat sekurangnya ada seorang pembaca belum yakin soal perlunya menggunakan air yang baru mendidih sekali untuk membuat teh.

Suatu waktu, ketika menjadi relawan di sebuah daerah bencana, kami diperintahkan mendidihkan semua air minum selama beberapa menit. Kelihatannya tak ada pengaruh yang nyata pada teh.

Bagaimanapun, kami memutuskan alangkah baik jika menggunakan panci bertekanan untuk menaikkan temperatur air lebih tinggi dari titik didih guna menyucihamakan air secara tuntas. Air mendidih ini baik ketika digunakan untuk minum atau memasak, tetapi ketika kami menggunakannya untuk membuat teh, hasilnya betul-betul mengerikan.

Selain itu, saya pernah minum teh pada ketinggian 2100 meter, dan tentu saja titik didih di sana lebih rendah dari 100 derajat C, tetapi saya tidak merasakan perbedaan rasa. Bahkan tuan rumah saya yang memiliki kebun teh tidak berkomentar

tentang yang dipermasalahkan di sini.

Dalam hal memasak air dengan panci bertekanan, menurut saya lama waktu penyeduhan teh mempunyai peran lebih besar.

A. C. Rothney

East Grinstead, Surrey, Inggris

A. C. Rothney barangkali terkejut apabila diberitahu bahwa sebetulnya panci bertekanan yang telah membuat tehnya tidak enak. Biang keladinya adalah aluminium yang terlarut dalam air, bukan temperatur yang lebih tinggi sewaktu memasak air. Ketika kebanyakan ketel terbuat dari aluminium, pabrik yang baik menyertakan petunjuk untuk membersihkan ketel baru dengan mendidihkan air yang kemudian dibuang, berulang-ulang. Baru setelah itu ketel cukup aman untuk memasak air minum. Akibat dipakai untuk mendidihkan air, sebuah lapisan kerak terbentuk di bagian dalam ketel dan mencegah air melarutkan aluminium murni dari ketel atau panci.

Lorna English

London, Inggris

Alasan memilih air baru untuk membuat teh tak sedikitpun terkait dengan oksigen tetapi dengan garamgaram logam yang terlarut (terutama kalsium dan magnesium bikarbonat, sulfat, dan klorida) yang hadir sebagai takmurnian dalam air tawar dan ini berpengaruh terhadap warna serta rasa teh.

Pengaruh garam-garam logam pada warna teh dapat dibuktikan dengan membandingkan seduhan yang dibuat dengan air murni yang masih baru (yang telah dideionisasi atau dicairkan dari bunga es freezer) dengan seduhan menggunakan air dari keran air minum.

Garam-garam dalam air dari keran menghasilkan seduhan lebih gelap, lebih keruh akibat suspensi garam-garam tak dapat larut, misalnya tanin. Mendidihkan air dari keran air minum membuat bikarbonat tidak stabil (juga disebut kesadahan sementara) yang mengendap sebagai karbonat tak dapat larut sewaktu dibiarkan menjadi dingin (ini sebabnya lama kelamaan ketel berkerak). Di daerah dengan air yang memiliki kesadahan tinggi (hard water), garamgaram yang terlarut lebih banyak, pendidihan dan pendinginan berulang-ulang akan menghilangkan garamgaram kalsium dan magnesium cukup banyak, tetapi pendidihan berlama-lama tanpa pendinginan tidak terlalu berpengaruh.

Ada tiga alasan mengapa pendidihan dan pendinginan air berulang-ulang dapat menghasilkan teh kurang enak. Pertama, sebagian karbonat yang menggumpal tetap tersuspensi (melayang-layang), bahkan setelah pendidihan ulang, dalam wujud kotoran berwarna putih (khususnya tampak pada ketel plastik baru) dan rasanya lebih nyata daripada bikarbonat yang terlarut dalam air— terutama ketika kotoran itu berinteraksi dengan teh. Kedua, garam-garam dalam air yang tidak mengalami destabilisasi oleh pendidihan (disebut kesadahan permanen) secara berangsur-angsur menjadi pekat akibat penguapan, menghasilkan aroma yang tidak menyenangkan. Akhirnya, kehadiran logam kendati sedikit sekali, misalnya besi dan tembaga, dapat terakumulasi dalam air yang dididihkan berulang-ulang dan logam-logam tadi dapat berinteraksi dengan oksigen dan mereduksi agen-agen dalam teh (fenol) melalui reaksi-reaksi redoks yang kompleks untuk memberikan dampakdampak lebih lanjut terhadap citarasa.

M. V. Wareing

Braintree, Essex, Inggris

Sebagai seorang pecandu kafein, saya menderita sakit kepala yang parah apabila tidak bertemu secangkir teh lebih dari sehari.

Sewaktu harus membawa bekal untuk perjalanan jalan kaki yang memakan waktu beberapa hari, saya mencoba memasukkan sebuah teh celup ke dalam sebotol air dingin selama beberapa jam. Teh itu larut. Selain bisa memenuhi kebutuhan kafein saya, rasanya tetap seperti teh, walaupun dingin. Saya belum pernah mencampurkan teh dengan air dingin baru kemudian memanaskannya menggunakan microwave, tetapi saya yakin hasilnya masih layak minum.

Syd Curtis

Hawthorne, Queensland, Australia

Berikut tanggapan untuk gagasan yang dikedepankan oleh A. C. Rothney.

Ayah saya seorang penguji teh dan tidak pernah salah ketika harus mendeteksi apakah kami telah mendidihkan air terlalu lama.

Bagaimana caranya?

Air sadah (dan kebanyakan air mengandung sedikit garam mineral dalam wujud terlarut) menyeduh teh lebih lambat dibanding air lunak atau air ber-pH tinggi (alkalin). Apabila Anda mendidihkan air sadah dalam waktu lebih lama dari sekitar setengah menit, makin banyak garam terlarut yang mengendap pada dinding ketel.

Hasilnya adalah air yang lebih lunak, bahkan lebih lunak dari yang biasa dipakai oleh para penguji teh. Air ini menyeduh lebih cepat dan menghasilkan warna lebih gelap daripada biasanya.

Pabrik teh menjamin mutu yang konstan dengan menyeimbangkan resep mereka sehingga dapat dijual di daerah-daerah dengan sifat air berbeda-beda, bahkan meskipun merek yang dipakai sama. Air sadah dapat dilunakkan dengan sengaja menggunakan sejumput natrium bikarbonat, tetapi warna yang menjadi terlalu gelap serta perubahan aroma yang terjadi tidak disukai oleh kebanyakan orang—termasuk para penguji teh.

Bernard Howlett

Loughton, Essex, Inggris

[?] Pusaran

Di sini di Zimbabwe kami membeli susu dalam kantung-kantung plastik. Kebanyakan orang menggunting salah satu ujung plastik untuk menuang susu. Saya melihat bahwa ketika susu meninggalkan kantung di bawah tekanan alirannya membentuk semacam uliran.

Tentu saja, zat cair lain mungkin memperlihatkan perilaku serupa. Gaya apa yang bekerja sehingga zat cair ini membentuk aliran seperti itu? Saya melihat bahwa makin kecil bukaan makin besar uliran yang terbentuk pada alirannya.

David White

Chinhoyi, Zimbabwe

Efek uliran yang Anda lihat hanyalah ujung bawah sebuah pusaran yang terjadi

di dalam kantong sewaktu susu keluar. Gaya yang menyebabkannya biasanya disebut gaya Coriolis. Gaya ini bekerja dalam semua pusaran yang dapat Anda temukan. Karton dan botol susu memberi Anda efek yang sama, tetapi tidak begitu kelihatan karena bentuk penampang melintang bukaan mereka.

Sewaktu susu meninggalkan kemasan di bawah tekanan karena Anda menekan kantung sewaktu menuang, Anda pada dasarnya meningkatkan laju aliran. Ini menyebabkan gaya Coriolis membesar— yang sebanding dengan kecepatan sebuah benda dalam sebuah kerangka inersia yang berputar, serta kecepatan sudut kerangka dan jarak dari benda ke sumbu rotasi. Ini menghasilkan pusaran lebih rapat. Kesimpulannya, uliran terjadi karena susu mengalami tekanan.

John Lenton

Cordoba, Argentina

Aliran susu yang berulir sewaktu keluar dari kantung lebih terkait dengan bentuk lubang (biasanya panjang dan tipis), perbedaan tekanan pada susu di titik sebelum dan sesudah lubang keluaran, serta gaya tegangan permukaan antara susu dan sisi wadahnya. Aliran berulir ini tidak berurusan dengan gaya Coriolis seperti yang dikedepankan oleh koresponden Anda.

Gaya Coriolis adalah sebuah fenomena nyata. Karena bumi berputar, fluida yang mengalir di sepanjang permukaan bumi mengalami percepatan Coriolis yang tegak lurus terhadap arah kecepatannya. Di belahan bumi utara, percepatan Coriolis membuat sistem-sistem badai tekanan rendah (hurricane) berpusing berlawanan arah jarum jam. Akan tetapi di belahan bumi selatan sistem-sistem badai (typhoon) berpusing searah jarum jam karena arah percepatan Coriolis kebalikan yang di atas.

Efek meteorologis skala besar ini membuat orang berspekulasi bahwa vorteks skala kecil di bak mandi ketika Anda menarik sumbat dari lubang buangan berpusing ke satu arah di utara khatulistiwa dan ke arah lain di selatan khatulistiwa. Ini tidak benar. Gaya Coriolis sangat terlalu kecil untuk memengaruhi arah pusaran di bak mandi atau aliran berulir dari kantung susu.

Gaya ini hanya dapat diamati di laboratorium dalam eksperimen yang sangat terkontrol, termasuk bak dengan gesekan rendah yang simetrik, arus termal sangat terkendali, dan air dibiarkan dahulu cukup lama (sehari atau lebih) sehingga gerak residual air akibat pengisian sudah hilang.

Raymond Hall

melalui email, tanpa alamat

Jawaban koresponden Anda untuk pertanyaan ini tidak sepenuhnya betul. Meskipun tidak salah mengatakan bahwa aliran berulir merupakan bagian ujung sebuah pusaran di dalam kantung, ia salah ketika mengatakan bahwa penyebab pusaran adalah efek Coriolis.

Sebaliknya, penyebab fenomena ini adalah efek iceskater.

Tekanan sedikit saja terhadap kantung susu akan menyebabkan cairan di dalamnya bergerak ke satu arah atau ke arah lain.

Sewaktu cairan bergerak melalui lubang kecil, momentum sudutnya tidak berubah. Itu mengandung arti bahwa, sewaktu cairan masuk ke dalam sebuah aliran berdiameter lebih kecil, ia berpusing lebih kencang, sama seperti ice-skater berpusing lebih kencang sewaktu lengan mereka ditarik. Ini juga alasan mengapa efek aliran

berulir meningkat pada bukaan lebih kecil.

Sonya Legg

California, AS

[?] Arahkan dan tumpahkan

Ketika saya membuka sebuah karton susu saya harus menuang isinya dengan cepat dari bukaannya supaya langsung masuk ke dalam gelas. Apabila terlambat mengangkat bagian belakang karton, susu cenderung tumpah melalu bagian bawah karton lalu ke lantai. Jus jeruk dan bahan cair lain sama saja. Mengapa cairan lengket ke karton ketika dituang pelan pelan?

Tom Khan

Bradford, West Yorkshire, Inggris

Ketika sebuah karton berisi cairan dimiringkan selama menuang, permukaan bebas cairan dalam wadah menjadi lebih tinggi daripada bukaan. Ini menciptakan perbedaan tekanan antara permukaan bebas dan bukaan, yang selanjutnya mendorong fluida keluar dari karton. Selain gaya dari tekanan ini, masih ada gaya dari tegangan permukaan yang bekerja pada cairan yang cenderung menarik cairan ke arah permukaan wadah. Pada laju tuang yang tinggi, gaya dari tekanan jauh lebih besar daripada gaya dari tegangan permukaan, maka cairan akan meninggalkan karton secara beraturan, mengikuti lintasan sebuah kurva (parabola) yang dapat diperhitungkan ke sebuah gelas di bawah.

Bagaimanapun, pada laju tuang yang rendah, sebuah kondisi tercapai ketika gaya dari tegangan permukaan cukup kuat untuk menyimpangkan pancaran fluida sedemikian sehingga tidak berhasil melewati bukaan dengan mulus dan sebagian menempel ke bagian atas karton (di sini bagian atas karton diandaikan rata).

Setelah menempel ke permukaan, pancaran fluida akan cenderung tetap menempel ke permukaan tadi akibat gaya dari tegangan permukaan dan fenomena ini disebut efek Coanda. Ini terjadi ketika sebuah pancaran fluida pada sebuah permukaan cembung (misalnya pancaran air dari keran ke punggung sebuah sendok) membangkitkan gaya tekanan internal yang secara efektif menyedot pancaran ke arah permukaan.

Efek gabungan tegangan permukaan dan efek Coanda memungkinkan aliran fluida yang liar memilih berkompromi dengan lengkungan dari permukaan atas karton ke sisi karton, dan ini membuat tumpahan fluida dari sisi karton maksimum.

Eksperimen telah menunjukkan bahwa ketika karton masih penuh, efek giugging yang terjadi ketika udara terisap untuk menggantikan fluida yang hilang menyebabkan pancaran fluida berayun-ayun, menyebabkan pancaran secara berkala menempel ke permukaan luar karton bahkan ketika laju tuang cukup tinggi.

Bill Crowther

Aerospace Division

University of Manchester, Inggris

Efek Coanda atau "perlekatan ke dinding" disebut demikian untuk mengenang orang Romania, Henry Coanda (1886-1972) penemu pesawat jet yang digerakkan oleh dua ruang bakar, masing-masing di samping badan pesawat, meruncing ke arah belakang, dan diletakkan agak ke depan. Yang membuatnya ngeri sendiri, pada

waktu tinggal landas nyala api yang menyembur, alih-alih tetap lurus malahan menempel ke badan pesawat, terus sampai ke ekor.

Setidaknya kini namanya telah diabadikan, berkat efek tersebut.

Sekitar 30 tahun silam fenomena perlekatan ke dinding ini digunakan dalam sistem-sistem kendali mesin yang disebut fluidics, dengan pancaran-pancaran kecil fluida digunakan untuk merangsang aliran utama meninggalkan "dinding" yang dilekatinya dan mengalihkannya ke arah lain.

John Worthington

Stourbridge, West Midlands, Inggris Sebuah gambar Coanda, pesawat jet sejati yang pertama dibuat, dalam tahun 1910, dapat dijumpai di www.allstar.fiu.edu/aero/coanda.htm.

Jawab selanjutnya menggambarkan sebuah peragaan sederhana untuk efek ini.

-**Editor**

Efek ini terlihat sebagai sebuah kecenderungan umum fluida yang mengalir untuk membungkus atau melekat ke permukaan. Sebuah eksperimen yang menarik menggunakan sebuah tabung vertikal (sebuah botol, misalnya) dan sebuah lilin menyala di ujung sebelah sana kita. Ketika kita meniup botol tadi, lilin di belakangnya tertiup sampai mati, sebab arus udara melekat ke botol dan selanjutnya terkonsentrasi ke arah lilin.

Richard Hann

Ipswich, Suffolk, Inggris

[?] Telur berkuning kembar

Belum lama Ini saya membeli sekotak telur, masing-masing dijamin memiliki dua buah kuning telur. Dan pernyataan itu rupanya betul. Bagaimana cara pemasok memastikan tiap telur itu memiliki dua buah kuning telur?

John Crocker

Solihull, West Midlands, Inggris

Telur yang khusus ini merupakan fenomena alami yang tidak dapat kita kendalikan. Telur dengan kuning telur embar lebih besar daripada telur yang dihasilkan oleh kebanyakan ayam dan pemisahannya dilakukan secara anual. Permintaan atas telur berkuning telur kembar jauh lebih besar daripada pasokan yang tersedia dan kita harus yakin betul bahwa telur-telur itu sungguh memiliki dua buah kuning telur. Oleh sebab itu, tiap telur diperiksa dengan cara mengamatinya ke arah cahaya yang benderang. Selama proses ini (yang dalam bahasa Inggris disebut candling, karena pada zaman dahulu orang meneropong telur ke arah cahaya lilin) kuning telur akan tampak dengan jelas berupa bayangan.

Graham Muir

Stonegate Farmers Limited Hailsham, Sussex, Inggris Cobalah di rumah—Anda akan terkejut dengan seberapa banyak bagian dalam telur yang dapat Anda lihat.

-**Editor**

[?] Masalah menggoreng

Ketika saya mengamati permukaan minyak goreng dalam sebuah wajan di

bawah cahaya yang terang, sebuah pola dengan bentuk mirip sarang lebah muncul sewaktu wajan dipanasi oleh api dari kompor gas. Ukuran pola itu paling kecil di bagian minyak yang paling dangkal. Mengapa demikian ?

Rex Watson

Broadstone, Dorset, Inggris

Sel-sel berbentuk seperti sarang lebah yang teramati dalam minyak goreng yang dipanaskan itu dikenal sebagai sel-sel konveksi Rayleigh-Benard. Ketika perbedaan temperatur antara bagian bawah dan bagian atas minyak masih rendah, panas dilesap melalui aliran termal yang biasa (tumbukan antara tiap molekul) dan tak ada gerak makroskopik yang dapat diamati. Pada perbedaan temperatur lebih besar, konveksi (aliran kolektif yang melibatkan banyak molekul merupakan cara yang lebih efektif untuk mengangkut energi termal. Minyak goreng yang panas di bagian bawah memiliki kerapatan lebih rendah, karena itu ingin naik. Sebaliknya, bagian atas minyak yang menjadi dingin karena kontak dengan udara tenggelam lagi. Gerak ini membentuk aliran seperti lingkaran, yang kemudian mengatur diri membentuk pola mirip sarang lebah dan ini dapat diamati dengan mudah.

Sebuah penelitian telah dilakukan untuk mencermati fenomena ini—yang dapat dikerjakan oleh siapa pun di dapur—maka sekarang kita mempunyai penjelasan tentang mengapa pola sel-sel konveksi itu berbentuk seperti sarang lebah. Bentuk convection roli bergantung pada bentuk wadah tempat zat cair dipanaskan. Pola-pola heksagonal tampaknya lebih mudah berkembang dalam wajan yang bundar. Sedangkan wajanwajan lain bisa menghasilkan convection roll persegi panjang, dengan penampang melintang bujur sangkar.

Sewaktu zat cair bergerak membentuk lingkaran (naik, menyeberang, turun, menyeberang lagi), ukuran unit pola berbanding lurus dengan tebal zat cair. Yang menarik, banyak parameter seperti ukuran unit, misalnya, dapat ditentukan, sedangkan arah gerak melingkar pada awal konveksi tidak dapat ditentukan. Begitu arah konveksi (entah searah jarum jam atau sebaliknya) terbentuk, ia tetap demikian.

Bernd Eggen

University of Exeter Devon, Inggris

Sekitar dua puluh detik setelah panas pertama diberikan, tiba-tiba fase konveksi yang sungguh menarik dimulai. Ketika gradien temperatur dalam lapisan minyak terjadi sampai suatu harga kritis, tiap arus konveksi di antara sekian banyak yang bertebaran dalam minyak menemukan bahwa energi akan lebih terawetkan apabila mereka naik dan turun di tempat-tempat yang sama dengan arus konveksi yang bersebelahan. Ini memungkinkan tabrakan antar arus tidak terjadi. Kerja sama dalam hal penataan kembali pusat-pusat konveksi ini membentuk sebuah pola sel konveksi yang sangat beraturan. Bentuk pola yang mirip sarang lebah terjadi guna memungkinkan tiap sel memiliki area maksimum yang konsisten dengan berbagi dinding sel dengan tetangga.

Karena kerja sama sel ini, konveksi seperti serempak dan minyak panas yang naik bisa kelihatan membentuk sebuah air mancur kecil di pusat tiap sel. Gaya yang mempertahankan pola ini, dalam menghadapi gangguan-gangguan mekanik dan termal, adalah aliran energi panas yang naik melalui lapisan minyak.

Dengan cara yang sama, sebuah sistem biologis memerlukan energi yang berkesinambungan-dalam hal ini makanan untuk mempertahankan integritasnya.

Sebuah peningkatan yang cukup besar dalam gradien temperatur akhirnya akan membuat pola sel tadi rusak, yang barangkali melalui beberapa fase dengan kerumitan lebih tinggi sebelum berubah menjadi chaos.

Roger Kersey

Nutley, East Sussex, Inggris

Secara analitik dapat ditunjukkan bahwa pola aliran paling efisien dalam sebuah genangan fluida yang besar untuk memindahkan panas dari bawah ke atas adalah heksagonal, dengan sel-sel yang memiliki lebar dan kedalaman sama. Fluida panas bergerak ke atas di bagian tengah, menjadi dingin di permukaan kemudian kembali ke bawah dari bagian tepi heksagon. Pola-pola yang sama terlihat dalam semua skala dari yang berukuran milimeter di laboratorium hingga pola-pola di permukaan matahari.

Gary Oddie

Cranfield, Bedfordshire, Inggris

Para pembaca di atas telah memberikan jawaban untuk pertanyaan ini. Kendatipun demikian, sebagaimana diungkapkan oleh penulis di bawah, penjelasan terdahulu menggunakan model konveksi Rayleigh tidak sepenuhnya benar, sebab model Rayleigh hanya berlaku jika minyak goreng memiliki kedalaman memadai.

-**Editor**

Perilaku minyak panas dalam sebuah wajan merupakan contoh klasik konveksi Benard, gerak tak stabil fluida di atas pelat rata yang mengambil bentuk heksagonal beraturan untuk fluida yang bersirkulasi. Umumnya orang tahu bahwa Lord Rayleigh telah mengembangkan sebuah teori untuk menerangkan instabilitas ini.

Yang tak banyak diketahui orang adalah bahwa modelnya keliru.

Rayleigh bereksperimen menggunakan sebuah lapisan zat cair horizontal dengan permukaan rata yang dipanaskan dari bawah, kemudian mengandaikan bahwa instabilitas itu mengambil bentuk contra-rotating roll yang saling sejajar karena digerakkan oleh gaya apung akibat variasi-variasi kerapatan fluida. Selanjutnya, menggunakan argumentasi heuristik, ia mendeduksi sebuah ukuran untuk sel-sel heksagonal yang—kebetulan sekali— mirip dengan yang teramati oleh Benard. Ia juga meramalkan gradien temperatur yang minimum di seluruh lapisan agar gerak ini dapat dimulai tetapi ini kira-kira 100 kali lebih besar daripada gradien yang diperlukan untuk memulai aliran seluler dalam eksperimen Benard.

Peneliti lain mengembangkan analisis Rayleigh dalam berbagai cara. Ketika kondisi permukaan atas yang rata belakangan menjadi tenang kita dapat melihat bahwa permukaan itu menjadi cembung di atas fluida yang naik di antara roll-roll yang bersebelahan dan menjadi cekung di atas fluida yang turun. Ini bertolak belakang dengan yang teramati oleh Benard. Ketika eksperimen Benard diulang, orang menemukan bahwa sel-sel pun dapat terbentuk ketika menjadi dingin, sedangkan menurut Rayleigh fluida harus tetap tenang. Instabilitas pun telah teramati untuk sebuah lapisan zat cair di atas sebuah pelat yang dipanaskan dari atas dan di ruang angkasa, tempat gravitasi dan gaya apung sama dengan nol.

Di pengujung tahun 1950-an sebuah model baru untuk konveksi Benard dikembangkan. Di sini variasivariasi tegangan permukaan yang disebabkan oleh

variasi-variasi temperatur di permukaan cairan dianggap sebagai pemicu gerak. Model ini juga meramalkan sebuah permukaan cekung di atas fluida yang naik. Dalam kenyataan baik efek Benard maupun efek Rayleigh sungguh ada.

Namun ada kondisi-kondisi yang menentukan mana lebih dominan.

Gaya apung menjadi pemicu gerak ketika tak ada permukaan bebas atau lapisan cairan yang lebih tebal dari kira-kira 10 milimeter; di luar ini aliran diatur oleh tegangan permukaan.

Mana pun gaya penggerak yang dominan, gaya itu harus memadai untuk mengatasi efek viscous drag (yang cenderung menghambat gerak) dan difusi panas dalam fluida (yang cenderung mereduksi gradien temperatur) sebelum ia dapat memicu aliran tak stabil.

Untuk aliran yang digerakkan oleh gaya apung awal instabilitas ditentukan oleh angka Rayleigh: sedangkan untuk aliran yang digerakkan oleh tegangan permukaan awal instabilitas ditentukan oleh angka Marangoni; dalam hal ini gaya apung digantikan dengan gaya dari tegangan permukaan.

Untuk lapisan-lapisan tipis aliran tak stabil mengambil bentuk sebuah sel heksagonal dengan tatanan beraturan tak peduli bentuk wadah yang dipakai. Untuk lapisan-lapisan lebih tebal aliran tak stabil yang menjadi dasar adalah serangkaian roll-roll yang sejajar dengan sisi wadah dengan arah aliran bersebelahan dengan pinggiran dan ditentukan oleh temperaturnya relatif terhadap bagian bawah. Roll-roll ini berubah menjadi sel-sel poligon (tidak harus heksagonal) ketika gradien temperatur bertambah.

Richard Holroyd

Cambridge, Inggris

[?] Makanan yang sudah tidak segar

Mengapa sekeping biskuit yang ditinggalkan di tempat terbuka semalaman menjadi lunak pada pagi hari sedangkan sebatang roti Prancis yang ditinggalkan dengan rentang waktu yang sama menjadi begitu keras sampai dapat digunakan untuk menggebuk maling?

Lorna Hall

Bullion, Prancis

Biskuit mengandung lebih banyak gula dan garam daripada roti Prancis (baguette). Gula halus dan garam bersifat higroskopis dan karena itu menyerap uap air dari atmosfer—tekanan osmosis dalam biskuit manis sangat tinggi. Tekstur biskuit yang padat membantu mempertahankan kelembaban melalui efek-efek kapiler.

Di pihak lain, roti Prancis mengandung sedikit garam atau gula, dan memiliki struktur sangat terbuka. Tepung terigu tidak peduli soal apakah ada butir-butir air di dekatnya atau tidak.

Maka, karena unsur pembentuk yang berbeda, tidak usah heran jika yang satu menarik air, sedangkan yang lain tidak. Cobalah menggunakan bermacam-macam biskuit, dari yang paling manis, paling padat, sampai ke yang paling tawar dan paling empuk seperti busa. "Indeks kelembaban setelah semalam" bertambah sejalan dengan kerapatan dan kandungan gula/garam. Saya menemukan bahwa jika saya meletakkan biscotti tradisional Italia (tidak begitu manis dan bertekstur cukup terbuka) bersama biskuit jahe yang padat dan manis dalam sebuah wadah tertutup rapat,

biscotti menjadi sekeras batu sedangkan biskuit jahe menjadi sangat lembek.

Chris Vernon

Kwinana, Australia

Sebatang roti Prancis (baguette) menjadi kering sementara sekeping biskuit gula putih menjadi lembek karena higroskopisitas gula putih dalam biskuit. Saya telah meneliti masalah ini tahun lalu ketika ikut sebuah kompetisi dalam usia 13 tahun. Kami diminta membuat sebuah proyek tentang apakah memasak mempunyai kaitan dengan sains.

Uap air di udara tertarik kepada gula dan ini menjadikan biskuit melunak. Sementara itu roti Prancis tidak mengandung gula dan karena itu tidak menarik uap air, sedangkan kandungan air yang ada menguap sehingga roti menjadi keras.

Dalam eksperimen itu kami menggunakan tiga macam biskuit: yang satu menggunakan gula berbutir lembut (gula kastor), yang lain menggunakan madu, sedangkan yang terakhir berfungsi sebagai kontrol, jadi tidak menggunakan pemanis. Biskuit kontrol kehilangan 2,17 gram air sesudah ditinggalkan di luar semalaman, dan biskuit madu kehilangan 2,03 gram, tetapi biskuit gula kastor malahan mengalami pertambahan berat 1,23 gram. Biskuit madu kehilangan air karena atmosfer memiliki konsentrasi air lebih rendah daripada biskuit.

Tom Winch

Ely, Cambridgeshire, Inggris

Pati (starch) terdiri atas sekitar 20 persen amilose dan 80 persen amilopektin. Penyebab roti menjadi kadaluwarsa adalah retrogradasi amilose. Tentu saja, roti menjadi kering karena kehilangan kandungan air. Bagaimanapun, roti dapat dicegah dari kekeringan tetapi tetap tidak segar lagi. Molekul-molekul amilopektin linier dalam butir-butir pati, yang dipisahkan oleh molekul-molekul air dalam roti segar, saling mendekat dan menjadi makin beraturan sejalan dengan waktu, menjadikannya lebih kaku. Proses ini bergantung pada temperatur, dengan laju paling cepat pada temperatur lebih tinggi sedikit dari titik beku dan paling lambat di bawah titik beku. Penelitian menunjukkan bahwa roti yang disimpan pada 7 derajat C

(temperatur lemari pendingin rata-rata) menjadi kadaluwarsa dengan laju yang sama seperti roti yang disimpan pada 30 derajat C. Maka menaruh roti di lemari pendingin tidak menjadikannya segar lebih lama.

Allie Taylor

London, Inggris

[?] Menjadi berserat

Mengapa keju yang dibakar berubah menjadi kaku dan berserat?

John Mitchell

Wishaw, Strathclyde, Inggris

Keju yang belum dimasak mengandung molekul-molekul protein rantai panjang yang bergelung-gelung entah sedikit atau banyak di antara molekul-molekul lemak dan air. Ketika Anda memanaskan keju, lemak dan protein meleleh dan apabila Anda mengaduknya, rantai-rantai itu dapat tertarik-tarik menjadi seperti benang.

Ambil sejumput keju yang masih meleleh kemudian tarik, Anda akan

mendapatkan sebuah filamen (benang), sama seperti ketika kita dapat memintal kapas menjadi seutas benang.

Anda dapat berbuat yang sama dengan polietena dari kantong plastik dengan memanaskan atau meregangkan plastik itu menjadi molekul-molekul rantai panjang yang keriting atau lurus. Ketika molekulmolekul menjadi keriting, plastik terasa lembut dan berlilin. Ketika diregangkan mereka berubah menjadi serat, dengan sifat elastik dan kenyal ke arah peregangan, namun mudah diuraikan ke arah tegak lurus peregangan karena struktur rantairantai molekulnya memanjang searah serat.

Jon Richfield

Dennesig, Afrika Selatan

Sewaktu keju meleleh, molekul-molekul protein rantai panjang saling terikat dengan yang lain membentuk serat-serat dalam massa keju leleh yang cair. Saya percaya bahwa karakteristik ini sesungguhnya dapat digunakan untuk mengukur kandungan protein dalam sampel keju secara langsung. Sebuah benang keju kita tarik dari sampel, kemudian kita mengukur jarak peregangan yang terjadi dan selanjutnya diperbandingkan dengan sampel keju lain dengan kandungan protein yang sudah dikenal.

Mike Perkin

Melalui email, tanpa alamat.

[?] Ada yang gila di Microwave

Seorang teman sesama psikolog mempunyai kebiasaan memanaskan air mineral untuk tehnya dalam sebuah mug menggunakan microwave oven. Ketika air mencapai temperatur didihnya, ia mengambil mug tadi.

Kadang-kadang, air baru muiai mendidih dengan seru sesudah penambahan teh daiam kantung. Pada suatu waktu, proses mendidih dimulai tepat ketika ia memindahkan mug. Air di situ bergolak begitu kencang sehingga membuang 90 persen air dari daiamnya yang sudah barang tentu berbahaya sekali. Apa yang terjadi?

Murray Chapman

Melalui email, tanpa alamat Sebagian air dalam cangkir mengalami superheating—temperatur cairan sesungguhnya berada sedikit di

atas titik didih, yang dalam situasi normal telah membentuk gas. Dalam hal ini pendidihan tak terjadi karena tak ada titik nukleasi untuk membentuk gelembung. Ini tidak pernah terjadi apabila kita menjerang air dalam ketel, misalnya, karena permukaan kasar di situ

banyak, ditambah kehadiran arus konveksi yang membuat air panas naik ke permukaan dan cukup untuk menghasilkan pendidihan yang sempurna. Turbulensi dalam cairan diketahui memperbanyak tempat-tempat nukleasi seperti dalam kasus-kasus lain:

ketika Anda menuang minuman cola , misalnya. Dalam kasus teman Anda, penambahan kantung teh (dan dalam kasus lain mungkin sedikit guncangan) cukup untuk memungkinkan pembentukan gelembung. Bahkan andaikata proporsi air yang mengalami superheating besar, hanya sedikit yang akan berubah menjadi uap, sebab panas laten yang diperlukan untuk perubahan fase ini besar sekali. Saya

membayangkan bahwa apabila air dalam cangkir tidak terganggu dan pancaran gelombang mikro diberikan cukup lama, Anda dapat membuat seluruh isi cangkir terbang ke mana-mana begitu Anda menyediakan tempat nukleasi untuk pembentukan gelembung. Kemungkinan ledakan seperti inilah yang mengharuskan Anda berhati-hati dalam penggunaan microwave oven.

Richard Barton

Guildford, Surrey, Inggris

Zat cair yang mengalami superheating dapat mendidih secara eksplosif ketika dimasuki sesuatu, seperti contoh yang diberikan oleh koresponden terdahulu, atau ketika wadahnya digerakkan.

Saya pernah menyaksikan ledakan yang dahsyat ketika sebuah botol berisi suatu zat cair yang baru ditembaki dengan gelombang mikro di keluarkan dari sebuah oven di laboratorium—kaca dan zat cair panas bertebaran ke seluruh ruangan. Ini dapat dihindari dengan membiarkan zat cair yang baru dipanaskan dengan microwave tetap di dalam selama satu atau dua menit sebelum membuka pintu oven dan menyentuhnya. Ini memungkinkan cairan mengalami pendinginan dan panasnya terdistribusikan lebih merata. Saya menganjurkan prosedur ini ketika seseorang memanaskan zat cair dalam sebuah microwave oven, bahkan meskipun hanya untuk membuat secangkir teh.

Diane Warne

Cambridge, Inggris

[?] Ham yang kehijauan

Apa penyebab pendar kehijauan yang sering saya lihat pada bacon dan ham? Berbahayakah, dan mengapa pendar itu hilang ketika produk tersebut dipanaskan? Apakah ini terjadi juga pada makanan lain?

Georgina Godby

Cambridge, UK

Anda berpeluang menemukan pendar (sheen) macam itu pada makanan-makanan berair yang mengandung sedikit lemak. Ketika makanan itu menjadi dingin campuran tadi terpisah-pisah secara mikroskopik menjadi semacam selaput, seperti minyak di jalanan yang basah.

Pada beberapa jenis daging yang didinginkan, misalnya sepotong daging sapi atau ham dari bagian yang disebut silverside, Anda mungkin melihat pendar-pendar opalescent yang cantik. Keindahan sebuah opal diperoleh dari cahaya yang dibiaskan (refracted) dan diuraikan (diffracted) oleh sebaris butiran bahan mirip kaca mikroskopik dalam sebuah matriks dengan indeks bias berbeda-beda. Dalam daging, efek ini disebabkan oleh bola-bola lemak mikroskopik yang terdispersi dalam jaringan otot berair. Ketika daging dipanaskan berarti Anda menghancurkan butir-butir kecil tadi dan mengubah sifat optik matriks sehingga efek termaksud hilang.

Jon Richfield

Dennesig, Afrika Selatan

Warna hijau yang kadang-kadang teramati pada bacon dan ham merupakan aksi bakteri bukan patogen yang menguraikan protein pengangkut oksigen mioglobin untuk menghasilkan turunan-turunan porfirin.

Turunan-turunan ini adalah senyawa-senyawa heterosiklat besar yang bisa memiliki warna-warna kehijauan.

Stephanie Burton

Department of Biochemistry and Microbiology Rhodes University Grahamstown, Afrika Selatan Ayah saya, yang pernah bekerja sendirian di pedalaman Australia dalam tahun 1920-an dan 1930-an, makan daging baik yang segar, segera setelah hewan bersangkutan mati, atau setelah digantung di pohon cukup lama sampai berubah menjadi kehijauan yang indah.

Daging itu ditaruh dalam sebuah kantung agar tidak dihinggapi lalat.

Ia percaya bahwa warna hijau menunjukkan daging tidak lagi berbahaya untuk dikonsumsi, dan yang jelas daging itu tidak membuatnya mati. Bagaimanapun, tak diragukan bahwa warna kehijauan itu sungguh cukup mengubah citarasanya.

Jan Morton

West Launceston, Tasmania, Australia

Pendar warna-warni disebabkan oleh cahaya yang menyentuh sebuah permukaan kemudian dipantulkan menyebar. Gelombang-gelombang yang menyebar itu berinterferensi membentuk sebuah spektrum warna dengan perubahan-perubahan tergantung pada posisi pengamat. Bagaimanapun, ika Anda melihat sebuah warna hijau cerah alih-alih hanya ebuah pendar kehijauan, berarti daging Anda hanya bagi ereka yang pernah bertugas di pedalaman Australia.

- **Editor**

[?] Lebih suka terapung

Apa gaya yang mendorong sebuah biji gandum atau beras mengapung dalam susu ke pinggiran mangkuk padahal di situ mereka harus membentuk agregat dengan teman temannya?

John Chapman

Perth, Australia Barat

Gaya disebabkan oleh ketidakseimbangan antara gaya-gaya tarik dari tegangan permukaan pada cairan di sekitar butir-butir sereal yang terapung. Sebuah eksperimen yang sederhana dapat menjelaskan kejadian ini.

Anda memerlukan air bersih dan dua buah mangkuk polistirena ditambah dua potongan kecil dari sebuah mangkuk ketiga (dua potong lingkaran berdiameter 1 sentimeter sudah cukup). Isi mangkuk pertama sampai kira-kira 1 sentimeter lagi dari pinggiran, isi mangkuk kedua dengan hati-hati sampai air mencapai pinggiran tetapi tidak tumpah, yakni sampai airnya membentuk sebuah cembungan (convex bulge) yang lebih tinggi daripada pinggiran mangkuk akibat tegangan permukaan. Sekarang taruh lingkaran-lingkaran kecil polistirena tadi di bagian tengah mangkuk, masing-masing sebuah. Kepingan yang diapungkan di mangkuk tidak penuh memiliki kecenderungan bergerak ke tepi mangkuk, maka harus ditahan. Sebaliknya, keping yang diapungkan di tengah cembungan air dalam mangkuk kedua akan tetap berada di tengah. Selain itu, jika Anda mendorong kepingan yang belakangan ke arah tepi mangkuk, misalnya menggunakan ujung sebuah pensil, pinggiran mangkuk menolak kepingan tadi ke arah tengah dengan gaya yang cukup besar.

Ini semua disebabkan oleh tegangan permukaan air. Di mangkuk yang tidak terisi penuh permukaan air melengkung ke atas ketika bertemu dengan dinding polistirena. Ini terjadi karena molekulmolekul air lebih tertarik ke polistirena daripada ke sesama molekul air. Air membentuk cembungan di bagian atas mangkuk kedua karena tegangan permukaan menarik permukaan air untuk mendapatkan luas

permukaan sekecil mungkin, yang sama dengan alasan mengapa tetesan air mengambil bentuk seperti bola.

Air juga melengkung ke atas ketika bertemu dengan lingkaran kecil polistirena di semua sisi. Di tempat air bertemu dengan kepingan polistirena, tegangan permukaan menarik tiap titik kontak ke arah bawah dan ke arah luar karena sudut kontaknya dengan air. Ketika kepingan lingkaran berada di tengah mangkuk gaya tarik kepada lingkaran itu di satu sisi langsung diimbangi dengan gaya tarik di sisi yang berlawanan, sebab air melengkung ke atas untuk bertemu dengan lingkaran secara merata di semua titik.

Bagaimanapun, jika kepingan tadi digerakkan ke tepi pada mangkuk yang tidak penuh, lengkungan ke atas pada permukaan air dekat dinding mengurangi lengkungan permukaan yang kontak dengan kepingan. Ini meningkatkan tarikan ke luar pada sisi kepingan yang paling dekat dengan dinding mangkuk, akibatnya ada gaya netto yang menggiring kepingan ke arah dinding mangkuk.

Efek ini juga dialami oleh kepingan-kepingan sereal di permukaan susu dalam mangkuk Anda, begitu pula oleh daun-daun dan ranting-ranting di danau.

Ray Hall

Warrenville, Illinois, Inggris

Barangkali ini sebuah strategi rombol seperti sekawanan bison, terhadap ancaman predator (Anda hanya karena tegangan permukaan susu.

Per Thulin

Melalui email, tanpa alamat

Kenyataan bahwa beras dan gandum—atau biji apa pun dalam hal ini—dapat saling tarik dengan sesama teman dengan cara begini, bergantung pada apakah mereka bisa "merasakan" arah mereka menuju ke pusat massa bersama. Kemampuan ini dikenal sebagai the Grain of Common Sense.

Penelitian telah menunjukkan bahwa andai manusia dicemplungkan ke dalam sebuah bak besar berisi susu kecenderungan mereka untuk bergerombol atau beragregasi mungkin tidak ada, jadi membuktikan bahwa mereka tidak memiliki Grain of Common Sense sama sekali.

Martin Millen

Kidlington, Oxfordshire, Inggris

[?] Telur vulkanisir

Kebanyakan zat meleleh sewaktu dipanaskan, lalu mengapa telur berubah dari cair menjadi padat sewaktu dimasak?

David Phillips

Warwick, Inggris

Tidak semua perubahan antara wujud padat dan wujud cair terkait dengan pelelehan atau pendinginan, termasuk penggumpalan telur menjadi "orak-arik" dan polimerisasi plastik.

Kuning telur dan albumen—putih telur—mendapatkan tekstur mereka dari protein-protein globular yang terlarut dalam keduanya. Bentuk-bentuk bulat ini terjadi

karena molekul-molekul protein yang seperti rantai cenderung bergelung menjadi bola.

Muatan-muatan listrik di posisiposisi tertentu pada rantai tadi bertugas menahan protein-protein dalam bentuk-bentuk yang paling sesuai dengan fungsi masing-masing. Sementara itu muatanmuatan di sebelah luar struktur globular bertugas menarik molekulmolekul air, karena itu mereka saling tolak dengan molekulmolekul protein lain sehingga masing-masing bebas berkeliaran ke mana-mana.

Struktur seperti bola ini bukan struktur permanen, dan muatanmuatan tidak mengikat protein-protein terlalu kencang. Aduk mereka dengan kencang, melalui pemanasan misalnya, maka ikatan-ikatan akan terlepas, dan muatanmuatan yang semula berpasangan dengan muatan dalam molekul sendiri kini harus berpisah. Ini disebut denaturasi, sebab protein-protein yang berubah tidak sesuai lagi dengan fungsi-fungsi biologis mereka. Dalam keadaan terurai muatan-muatan saling berlawanan dalam molekul-molekul yang bersebelahan kini dapat saling bertemu sehingga sesama protein bergabung membentuk gumpalangumpalan besar yang kusut.

Akan tetapi enzim-enzim pencernaan Anda mampu membongkar kekusutan tersebut dengan mudah dan melakukan undenaturasi terhadap protein-protein itu—maka selamat menikmati!

Jon Richfield

Somerset West, Afrika Selatan

Ketika Anda memanaskan sebuah benda padat, misalnya es, Anda memindahkan energi kepada molekulmolekulnya, membuat mereka memutus ikatan-ikatan kimia yang menahan mereka dalam wujud padat. Dalam keadaan cair, mereka memiliki energi yang memadai untuk bergerak ke mana pun, tetapi belum cukup untuk saling berpisah dari yang lain menjadi gas. Ketika Anda memanaskan sebuah telur mentah, sebuah proses yang sama sekali berbeda terjadi. Telur terbentuk dari protein-protein individual yang mengapung dalam air, protein-protein yang terdiri atas molekulmolekul rantai panjang yang masing-masing bergelung membentuk struktur seperti bola oleh ikatan-ikatan kimia. Sewaktu telur dipanaskan, ikatanikatan ini terurai dan tiap molekul tidak bergelung lagi, dan sebagai ganti mereka saling ikat dengan molekul-molekul lain membentuk sebuah jaringan yang memerangkap air dan mengubah telur menjadi padat. Pemanasan lebih lanjut menyebabkan lebih banyak lagi ikatan yang terbentuk, kandungan air berkurang dan belakangan membentuk struktur kenyal seperti karet.

Nicholas Smith

Hollybush, Cwmbran, Inggris

Telur terutama terbentuk atas protein-protein yang terlarut dalam air. Sebagian besar di antaranya adalah albumen, yang menjadi komponen utama putih telur. Protein terbuat dari bermacam-macam di antara 20 asam amino yang berbeda, yang membentuk rantai-rantai polimer terlipat-lipat secara padat dalam sebuah struktur 3D yang unik dan relatif stabil.

Ketika dipanaskan, telur terdehidrasi dan rantai-rantai proteinnya mengurai serta mengalami denaturasi. Panas menyebabkan gugus sulfur-hidrogen pada asam amino sistein mengalami oksidasi dan membentuk ikatanikatan kovalen di antara

molekul-molekul yang bersebelahan. Ikatan-ikatan yang kuat dan mantap ini disebut jembatan-jembatan disulfida, dan proses cross-finking ini menyebabkan rantairantai membentuk jaringan, maka telur menjadi keras. Jembatan-jembatan disulfida juga ikut berperan dalam membuat kuku memiliki kuat tarik yang kuat serta membuat rambut memiliki bentuk seperti yang kita lihat. Ketika rambut dikeriting atau diluruskan jembatan-jembatan disulfida sengaja dirusak menggunakan bahan-bahan kimia yang berfungsi sebagai agen reduksi. Setelah rambut ditata ke dalam bentuk yang diinginkan sebuah agen oksidasi disemprotkan untuk mengembalikan ikatan-ikatan kovalen dan mempertahankan bentuk baru tadi.

Ignatius Pang

Enfield, New South Wales, Australia

[?] Masalah selera

Bagaimana temperatur berpengaruh terhadap rasa makanan dan minuman? Sebagai contoh, anggur putih, air PDAM, Cointreau minuman beralkohol rasa jeruk), lager (sejenis bir), bahkan cokelat terasa lebih lezat dalam keadaan dingin. Sebaliknya, teh, kopi, dan brendi, selain kebanyakan hidangan matang, lebih menggoyang lidah dalam keadaan hangat atau panas. Bir Inggris dan anggur merah lebih enak pada suhu ruangan atau suhu gudang tempat penyimpanannya. Mengapa?

Andrew Newell

Cape Town, Afrika Selatan

Yang biasa kita sebut "rasa" (taste) lebih tepat bila disebut "citarasa" (flavour), yang terdiri atas rasa, iritasi, dan aroma. Rasa sendiri hanya terdiri atas lima sensasi yang dapat dikenali oleh lidah: asin, manis, asam, pahit dan umami. Ini tidak dipengaruhi oleh temperatur, begitu pula iritasi akibat cabai, misalnya. Akan tetapi aroma, yang dirasakan dalam hidung, dipengaruhi sekali oleh temperatur makanan karena aroma bergantung pada pelepasan bahan-bahan yang dapat menguap. Makin tinggi temperatur, makin banyak uap yang dibebaskan, maka aroma pun makin kuat, begitu pula sensasi citarasa keseluruhan.

Citarasa makanan dengan aroma yang sedang meningkat ketika dipanaskan, sedangkan makanan dengan aroma yang kuat barangkali menjadi berlebihan pada temperatur tinggi. Anggur merah, misalnya, lazim diminum pada temperatur kamar dalam satu penyajian bersama makanan yang memiliki citarasa kuat, maka dalam hal ini ada keseimbangan ketika makanan dan minuman saling melengkapi, bukan saling meniadakan. Sebaliknya, anggur putih sering diminum dalam keadaan dingin bersama ikan atau hidangan bercitarasa lemah. Bagaimanapun, ketika diminum pada temperatur kamar tanpa makanan lain, anggur putih memberi sebuah citarasa yang luar biasa istimewa, maka orang menduga bahwa menyajikan anggur putih dalam keadaan dingin hanya karena orang terbiasa demikian.

Sebuah peran penting lain temperatur terhadap makanan adalah pengaruhnya terhadap viskositas saus yang dikerjakan menggunakan pati, yang menjadi encer pada temperatur tinggi karena pati bereaksi terhadap panas. Tekstur makanan penting sekali bagi banyak orang. Sebuah hidangan yang tertutup oleh saus pati kental karena dingin sangat tidak menggugah selera, sedangkan saus yang tidak dikentalkan menggunakan pati, misalnya mayonnaise mendatangkan pesona yang berbeda sekali ketika disiramkan ke atas sandwich.

Selain itu ada unsur konvensi dan kultural yang ikut menentukan preferensi

temperatur. Kita lebih suka gazpacho (sup ala Spanyol dari tomat, lada, dan sayuran lain sebagai salad) dihidangkan dalam keadaan dingin, sedangkan minestrone (sup berisi sayuran dan pasta) dihidangkan dalam keadaan panas. Bir disajikan pada temperatur kamar di Inggris tetapi hampir disemua tempat lain disajikan dalam keadaan dingin. Sebagian orang lebih menyukai wiski yang cuma ditambah es batu (on the rocks), sedangkan di Skotlandia, misalnya, es dianggap merusak rasa wiski. Kopi panas dan kopi es kelihatannya disukai dengan perimbangan yang sama, dan pilihan terutama bergantung pada temperatur sekitar pada saat yang sama. Semua disesuaikan dengan keadaan, citarasa yang dikandung, dan bagaimana tradisi yang harus diikuti dalam penyajian makanan dan minuman.

Jon F. Prinz

Wageningen, Belanda

[?] Mana sih yang betul?

Dua buah iklan untuk lager (sejenis bir) yang pernah ditayangkan di British TV menghadirkan sebuah paradoks. Iklan pertama, untuk merek Budweiser buatan Amerika, iklan mengatakan bahwa lager yang bagus adalah lager yang dikirimkan dari pabrik (brewery) ke fasilitas pembotolan kemudian kepada pelanggan dalam tempo sesingkat-singkatnya. Katanya, makin segar makin mantip rasa lager. Iklan kedua, untuk merek Grolsch, buatan Belanda, pernyataan yang diberikan sangat bertolak belakang. Di situ ditekankan pentingnya masa conditioning yang lama guna meningkatkan citarasa sebelum bir dibotolkan. Mana yang akan menghasilkan bir lebih mantap dan mengapa?

Mick McCarthy

Northwood, Middlesex, Inggris

Sebagai pembuat bir rumahan yang serius saya merasa memiliki kualifikasi untuk menjawab pertanyaan tentang tradisi penyimpanan atau ageing untuk lager.

Semua lager yang sejati dituakan dahulu sebelum dikonsumsi.

Lager sesungguhnya berasal dari kata bahasa Jerman yang berarti menyimpan. Sehabis fermentasi, bir mengalami proses penyimpanan—

atau lagering— sebuah proses pada temperatur rendah yang memungkinkan bir menjadi matang dan memberikan rasa lager yang terkenal karena kekhasannya. Lagering memakan waktu antara satu minggu hingga lebih dari enam bulan, tergantung gaya produksi masing-masing. Saya percaya bahwa baik Budweiser maupun Grolsch menjalankan proses ini.

Secara umum, lager orang Eropa cenderung lebih kompleks daripada lager orang Amerika, yang biasanya lebih ringan dan sederhana. Karena bir yang kompleks harus menjalani lagering lebih lama, lager Eropa cenderung lebih matang dibanding lager Amerika.

Seusai lagering bir dimasukkan ke dalam botol. Sesudah dibotolkan bir mudah menjadi rusak karena terkena cahaya, oksigen atau temperatur tinggi. Pengapalan dan penjualan secepat mungkin meminimalkan peluang bir menjadi rusak. Maka, untuk singkatnya, kedua pernyataan di atas sama-sama benar. Lager memerlukan pematangan guna menghasilkan citarasa yang sesuai, dan setelah matang, pengiriman secepatcepatnya tentu saja penting.

Sedangkan soal merek mana yang lebih baik, itu tergantung selera pribadi.

Dave Martin
Hornsby Heights, New South Wales, Australia

Kedua iklan termaksud benar dan kedua pernyataan mereka tidak usah dihubung-hubungkan.

Sesudah fermentasi bir mula-mula harus dimatangkan dan dituakan pada temperatur rendah, biasanya antara 4 dan 7 derajat C. Selama periode ini ragi yang masih tersisa dalam bir melanjutkan proses metabolisme mereka dan, karena bir telah menjadi miskin nutrisi selama fermentasi (brewing), ia menyerap kembali senyawa-senyawa yang sebelumnya telah diekskresikan.

Yang terutama dalam hal ini adalah diasetil, yang memberi rasa seperti butterscotch kepada bir. Sementara itu kandungan ragi pada bir turun dengan ajeg sewaktu ragi mengendap.

Selanjutnya bir didinginkan hingga -1 derajat C atau lebih rendah. Ini mendorong koagulasi dan presipitasi protein, yang meningkatkan masa pajang bir di rak penjualan— atau waktu yang diperlukan sampai bir tidak layak diminum lagi. Akhirnya bir disaring dan dimasukkan ke dalam botol.

Sejak ini kurva yang ditempuhnya terus menurun. Pembotolan merupakan proses yang traumatik bagi bir. Dalam hal ini bir menjalani penyaringan, pemompaan, pengemasan dan pasteurisasi.

Persentuhan dengan oksigen tidak terhindarkan, dan ini langsung berpengaruh terhadap senyawa-senyawa yang ada dalam bir, memulai sebuah proses perusakan.

Sebagai kesimpulan, untuk mendapatkan citarasa terbaik kita memerlukan waktu penyimpanan yang lama, namun supaya tidak menjadi rusak kita perlu menyampaikan produk yang sudah matang ini secepatcepatnya kepada konsumen. Seorang pencicip bir yang baik mampu membedakan mana minuman yang baru seminggu dibotolkan dan sudah sebulan dibotolkan dari kumpulan (batch) yang sama.

David Cefai
San Gwann, Malta

Bir disebut "mentah" segera setelah fermentasi, dan gula kasar yang ada, misalnya Belgian candy yang digunakan dalam beberapa jenis bir, menghasilkan aroma yang menyengat, sedangkan bunga hop menghasilkan rasa seperti rumput baru dipangkas. Masa conditioning, atau lagering, adalah fermentasi sangat lambat yang dimaksudkan agar citarasa kasar menjadi lunak sedangkan citarasa yang semula tersembunyi meningkat menjadi kompleks.

Setelah masa penyimpanan tertentu bir mencapai puncak citarasanya dan mulai kehilangan kelezatannya sedikit demi sedikit. Sejenis bir yang disebut pale ale mencapai puncak antara satu dan tiga bulan sesudah fermentasi, sedangkan imperial stout yang memiliki gravitasi tinggi memerlukan waktu bertahun-tahun untuk pengembangannya.

Banyak pakar bir berpendapat bahwa Budweiser yang khas Amerika memiliki rasa sangat ringan, ini yang paling menonjol, dan karena pabrik bir ini memiliki kendali mutu yang ketat pada setiap proses, mereka dapat mereduksi masa pematangan dan klarifikasi yang lama tanpa terlalu memengaruhi rasa. Di pihak lain, lager khas Eropa memiliki masa penyimpanan lebih lama guna menghasilkan rasa jauh lebih kompleks.

Sesudah pasteurisasi, bir pada dasarnya rentan terhadap degradasi. Perubahan temperatur antara proses pembuatan dan konsumsi sudah cukup untuk merusak rasa. Lebih buruk lagi, senyawa-senyawa yang disebut asam-asam alfa dari bunga hop peka terhadap cahaya— siraman foton berpeluang menguraikan isohumulones dalam minuman ini, menghasilkan 3-metil 2-butena-1tiol, yang memberi rasa dan bau seperti sigung kepada bir. Dan betul, ini senyawa yang sama dengan cairan yang disemprotkan oleh sigung. Botol berwarna cokelat menghambat proses ini, tetapi botol tak berwarna dan botol hijau hampir tidak memberikan perlindungan. Ada pabrik bir yang secara kimiawi memodifikasi senyawa-senyawa hop sehingga tidak mudah bau, tetapi bir ini pun lebih baik dikemas dalam wadah yang tidak tembus cahaya, maka tempat dari kaleng barangkali paling bagus.

Kesimpulan kita, kedua iklan di atas benar. Anda memerlukan masa pematangan untuk memaksimumkan citarasa, yang tidak jarang cukup lama. Akan tetapi begitu puncak itu tercapai, idealnya Anda langsung meminumnya, terutama apabila bir atau lager telah dipasteurisasi.

Ron Dippold

Brewer, San Diego, California, AS

Waktu yang diperlukan untuk menuakan bir dan berapa lama pengirimannya kepada konsumen sungguh dua hal yang berbeda. Maka kedua pernyataan di atas bukan bertentangan melainkan saling melengkapi agar konsumen mendapatkan bir bermutu tinggi.

Anheuser Busch memroduksi Budweiser dengan lama penyimpinan yang cukup untuk menghasilkan bir dengan rasa yang unik, bersih, dan segar. Sementara kami mengandaikan semua pabrik bir bermutu paham soal waktu yang dibutuhkan untuk fermentasi dan pematangan bir, kami menambahkan sebuah upaya serius untuk mengantarkan bir kemasan yang segar kepada konsumen. Kami bahkan memberikan anjuran tentang kapan sebaiknya bir ini dikonsumsi supaya mendapatkan rasa yang paling segar: yakni dalam 110 hari pertama. Informasi dan rekomendasi ini kami lengkapi dengan tanggal produksi.

Kami tahu konsumen mencari bir paling mantap, dan dalam kenyataan, bir yang paling mantap adalah bir yang segar, ini kebijakan yang kami pertahankan.

Alan Henderson

Production Director, Stag Brewery Anheuser Busch Companies, Inggris

5. Sains di seputar rumah

[?] Memberantas jamur

Apa nama jamur menjijikkan yang tumbuh subur di tempat-tempat lembab di kamar mandi? Karena bahanbahan yang diproduksi untuk membasmi jamur ini tampaknya tidak berhasil, begitu pula pemutih, deterjen, dan pelarut lain dalam rumah tangga, adakah cara selain menggunakan ampelas yang dapat mengatasi mereka?

G. W. Green

Malvern, Worcestershire, Inggris

Jamur (fungus) berwarna hitam yang sangat tersohor ini adalah Aspergillus niger. Penyebab jamur ini sulit diberantas tampaknya adalah karena warna hitam yang kelihatan oleh kita sesungguhnya hanya sebagian dari struktur jamur yang kelihatan dari luar, yang sebagian besar adalah organ penghasil spora. Selain bagian yang kelihatan, jamur ini memiliki bagian berupa jaringan hypha (semacam benang lembut berwarna putih), juga disebut mycelium, yang tersembunyi dalam retakan-retakan plesteran atau dibalik kertas dinding, dan memakan mineral-mineral yang ada di situ. Pemberantasan jamur jenis ini memerlukan tidak hanya pembuangan secara fisik yang berulang-ulang terhadap pertumbuhan yang kelihatan tetapi ditambah dengan pencucian menggunakan fungisida yang mampu meresap ke dalam retakan-retakan dan membunuh struktur akar yang tidak kelihatan. Analogi di sini adalah mencoba menghilangkan rumput liar di kebun sayuran hanya dengan memotong bagian atas rumput yang kelihatan.

Andrew Philpotts

Hexham, Northumberland, Inggris

Jamur Aspergillus terus menjadi pengganggu baik di perumahan maupun di perkantoran. Ia berkembang biak dengan subur ditempat-tempat yang dingin dan lembab, misalnya di pinggiran bingkai jendela dari logam, di langit-langit beton, di sekitar tangki penampungan air, dan sebagainya.

Bagi dunia kedokteran jamur (fungus) ini merupakan sumber penyakit alergenik yang penting selain menghasilkan aerosol yang bersifat karsinogen (penyebab kanker). Oleh sebab itu membasmi jamur ini selain membuat rumah lebih indah juga penting bagi kesehatan.

Saya pernah merasakan susahnya mencoba membasmi Aspergillus.

Garam dapur dan pengelantang kurang sukses, tetapi akhirnya saya menemukan sebuah solusi yang permanen dengan cara mencuci tempat yang ditumbuhi jamur beberapa kali menggunakan sebuah fungisida sistemik yang tersedia di toko tanaman. Bagaimanapun, mungkin ini bukan solusi paling aman sebab fungisida itu barangkali sama beracun dengan sang jamur.

Glyn Davies

Kingston, Surrey, Inggris

Jawaban-jawaban terdahulu tampaknya telah terjebak dalam pengandaian bahwa tiap jamur berwarna hitam adalah Aspergillus niger. Dalam survey di perumahan-perumahan Skotlandia yang diselenggarakan oleh laboratorium saya,

insidensi spesies ini terhitung rendah. Jamur berwarna gelap yang paling umum tumbuh di kamar mandi dan dinding-dinding lembab lain mungkin terdiri atas spesies-spesies Cladosporium, dengan Aureobasidium, Phoma dan Ulocladium ditemukan dalam persentase tidak kecil. Bahkan spesies Aspergillus dan Penicillium yang hijau bisa tampak hitam ketika basah. Jamur yang betul-betul hitam di sekitar 15 persen rumah di Skotlandia yang mengeluhkan masalah jamur adalah Stachybotrys aira. Kertas pelapis dinding, bagian bawah karpet yang terbuat dari karung atau karton pembungkus papan gipsum, semuanya menyediakan substrat selulosa yang nyaman bagi jamur dalam kondisi sangat lembab. Jamur jenis ini bisa mendatangkan bahaya besar bagi kesehatan para penghuni rumah-rumah yang diserang.

Sporanya yang mudah terbang selain bisa menjadi alergen juga bisa sangat beracun. Racun menyerang dengan cara menghambat sintesis protein, dan selain merusak sistem kekebalan, jamur ini bisa menimbulkan iritasi dan pendarahan.

Banyak orang tahu bahwa istal yang terkontaminasi oleh Stachyborys mampu menewaskan kuda, selain berbahaya bagi orang yang bertugas membersihkan kandang. Belakangan, jamur jenis ini terutama menjadi masalah di Amerika Utara, dengan implikasi berupa penyakit-penyakit yang menyerang penghuni rumah dari chronic fatigue syndrome di kalangan orang dewasa hingga pulmonary haernosiderosis yang fatal di kalangan balita. Di sana pemborong bangunan bisa dituntut ganti rugi yang cukup mahal (bisa 40 juta dolar) bila rumah yang mereka bangun tidak antijamur.

Brian Flannigan

Department of Biological Sciences Heriot-Watt University, Edinburgh, Inggris

Dinding luar kamar mandi saya di Pimlico biasa ditumbuhi jamur supersubur yang sampai mampu mengangkat kertas pelapis dinding serta menembus plesteran tembok. Untuk membasmi Aspergillus ini, saya menggunakan larutan serbuk kalium permanganat yang keunguan. Sekali pencucian sudah cukup untuk membuat jamur tak datang lagi.

Bill Christie

Fairlight Cove, East Sussex, Inggris

Pembaca perlu waspada karena kalium permanganat beracun bila tertelan.

-**Editor**

Pengelantang yang biasa dipakai untuk memutihkan pakaian tidak cukup untuk mengusir noda buatan Aspergillus niger. Akan tetapi penyemprotan atau pengecatan permukaan menggunakan larutan seng sulfat 10 persen bisa mencegah jamur muncul kembali selama molekulmolekul seng sulfat tidak terbilas oleh air.

Farrokh Hassib

London, Inggris

[?] Yang panas-panas

Betulkah air panas yang ditaruh dalam freezer lebih cepat beku daripada air dingin? Andai demikian, mengapa itu terjadi? Ian Popay

Hamilton,

Selandia Baru

Pertanyaan ini telah diajukan bertahun-tahun silam dalam New Scientist dan belum pernah terjawab secara memuaskan. Kali ini kita semakin dekat ke penyelesaian kontroversi ini dengan jawaban-jawaban dari beberapa orang yang telah mencoba melalui eksperimen yang benar. Walaupun bertentangan dengan intuisi, tampaknya air panas bisa membeku lebih cepat dalam sebuah lemari es. Kontak termal yang lebih baik ketika wadah air ditaruh dalam freezer berbunga es dan pola arus konveksi berbeda yang memungkinkan air panas membeku lebih cepat kelihatannya merupakan penjelasan paling baik. Efek mana yang dominan bergantung pada lemari pendingin, wadah, dan penempatannya.

-**Editor**

Penanya dalam hal ini benar—membuat kubus es menggunakan air yang dipanaskan dahulu bisa lebih cepat dibanding menggunakan air dingin. Efek ini dapat diperoleh ketika wadah yang menyimpan air ditaruh di atas permukaan es atau bunga es. Temperatur lebih tinggi yang melelehkan sebagian permukaan es di tempat wadah ditaruh menyebabkan kontak termal yang jauh lebih baik antara permukaan wadah dan permukaan es. Laju pemindahan panas yang meningkat dari wadah dan isinya jauh lebih besar daripada panas yang harus dihilangkan. Efek ini tidak dapat terjadi jika wadah digantung atau ditaruh di permukaan kering.

Efek ini pertama kali ditemukan oleh Sir Francis Bacon menggunakan ember-ember kayu yang ditaruh di atas es.

Penyelidikan saya sendiri menunjukkan kubus-kubus es dapat diperoleh dalam 15 menit dibanding 20 menit yang biasanya asalkan bunga es dalam freezer cukup tebal. Keuntungan dari bisa membuat es lebih cepat jelas lebih bermanfaat bagi penduduk daerah panas dibanding bagi penduduk negeri-negeri beriklim sejuk.

Michael Davies

University of Tasmania, Australia

Akan tetapi Sir Francis Bacon bukan orang pertama yang menyaksikan kejadian ini. Penuturan Aristoteles dalam Meteoroiogy berikut menyiratkan penjelasan yang mirip: "Banyak orang, ketika ingin mendinginkan air lebih

cepat, mulai dengan menaruh air di bawah terik matahari. Maka sewaktu orang memancing ikan di danau yang beku (mereka melubangi permukaan es kemudian memancing) mereka menuang air hangat ke sekeliling tongkat pemancing mereka yang lebih lekas membeku; karena mereka menggunakan timbal sedingin es untuk membuat pegangan pada tongkat pemancing."

David Edge

Hatton, Derbyshire, Inggris

Dan rasanya tidak benar bahwasanya "efek ini tidak bisa didapatkan kalau wadah digantung atau ditaruh di permukaan kering" ... Pertanyaan ini pernah diajukan dalam New Scientist edisi 1969, oleh seorang mahasiswa Tanzania bernama

Erasto Mpemba. Ia menemukan bahwa campuran es krim beku lebih cepat ketika ditaruh dalam freezer dalam keadaan panas ketimbang didiamkan dahulu sampai sama dengan temperatur kamar. Saya mendapatkan komentar skeptis yang sama dari guru saya sama seperti Mpemba sewaktu saya mengerjakan proyek atas

pertanyaan ini di kelas enam.

Pertama, proyek itu menunjukkan bahwa air, entah dari keran atau dari penyulingan, menunjukkan perilaku sama seperti campuran es krim; komposisi kimia tidak terlalu penting. Kedua, proyek itu menunjukkan bahwa pengurangan volume karena penguapan dari air panas bukan penyebabnya. Dengan menempatkan thermocouple dalam air terbukti bahwa air pada kira-kira 10 derajat C mencapai titik beku lebih cepat daripada air pada 30 derajat C, seperti yang diramalkan oleh hukum Newton untuk pendinginan, tetapi sesudah itu, air yang dimulai dari temperatur lebih tinggi membeku lebih cepat. Sesungguhnya, waktu maksimum yang diperlukan oleh air untuk membeku dalam freezer terjadi ketika air didinginkan dari temperatur awal sekitar 5 derajat C, dan waktu paling singkat dicapai oleh air yang didinginkan dari temperatur sekitar 35 derajat C. Perilaku paradoks ini dapat diterangkan dengan gradien temperatur vertikal yang dialami oleh air.

Laju kehilangan panas dari permukaan atas sebanding dengan temperatur. Jika permukaan dapat diusahakan tetap lebih panas dibanding seluruh cairan, laju pemindahan panas akan lebih besar dibanding dari air dengan temperatur yang di seluruh bagian sama. Andai air berada di sebuah wadah logam yang tinggi alihalih di sebuah piring yang rata, efek paradoks ini menghilang. Kami berpendapat bahwa gradien temperatur dalam wadah tinggi mengalami pemindahan panas lebih cepat berkat konduksi melalui dinding-dinding logamnya.

Pertanyaan ini jelas membuat saya enggan menerima begitu saja hasil-hasil pengamatan yang tidak sesuai dengan pandangan-pandangan tentang kebenaran yang sudah diungkapkan sebelum pembuktian.

J. Neil Cape

Penicuik, Midlothian, Inggris

Eksperimen klasik menggunakan dua ember logam yang ditaruh di udara terbuka pada malam yang dingin dan lebih baik lagi kalau berangin. Air yang diam merupakan konduktor panas yang buruk dan es terbentuk pada bagian atas dan samping. Apabila temperatur awal sekitar 10 derajat C, pendinginan bagian tengah lambat sekali, terutama setelah es yang bebas mengapung ke atas, menghambat konveksi yang normal. Sementara itu tak ada cara lain yang dapat ditempuh oleh air lebih hangat untuk kontak dengan ember yang dingin kemudian memindahkan energinya ke luar.

Apabila temperatur awal sekitar 40 derajat C, konveksi yang mantap terjadi sebelum ada air yang membeku, maka keseluruhan massa air menjadi dingin dengan cepat dan merata (homogen).

Bahkan walaupun pembentukan es pertama lebih lambat, pemadatan air panas secara menyeluruh dapat terjadi lebih cepat dibanding apabila air mulai didinginkan dalam keadaan sudah dingin.

Kondisi di sini kritis. Jelas, jika ember dingin dimulai pada 0,1 derajat C dan panas pada 99,9 deraajt C ekperimen ini tidak mungkin mendatangkan kejutan. Wadah harus cukup besar untuk mempertahankan konveksi dengan gradien temperatur kecil, tetapi cukup kecil untuk mengekstraksi panas dengan cepat dari permukaan ember. Pendinginan paksa oleh udara yang berembus pada malam hari membantu kelancaran proses ini. Sulit menyediakan kondisi yang seperti itu dalam sebuah freezer rumah tangga tetapi anomali ini dapat diperagakan di ruang pendingin industri atau di laboratorium yang khusus.

Alan Calverd
Bishop's Stortford, Hertfordshire, Inggris

Pendapat di atas benar dan saya telah menguji penegasan tersebut melalui eksperimen. Keterbatasan satusatunya adalah wadah air harus relatif kecil sehingga kemampuan freezer untuk mengambil kandungan panas dari air tidak menjadi faktor pembatas.

Air dingin membentuk es pertamanya sebagai sebuah kulit yang mengapung, yang setelah menjadi tebal menghalangi pemindahan lebih lanjut panas hasil konveksi ke permukaan. Air panas membentuk es pertama di bagian sisi dan dasar wadah, sementara permukaan tetap cair dan relatif panas, memungkinkan pemindahan panas melalui radiasi berlanjut dengan laju lebih tinggi.

Perbedaan temperatur yang besar mendorong sirkulasi konvektif yang lancar, memungkinkan panas terus dipompa ke permukaan, bahkan setelah sebagian besar air menjadi beku.

Tom Hering
Kegworth, Leicestershire, Inggris

Ini sebuah mitos yang dilestarikan oleh budaya. Air panas tidak akan membeku lebih cepat daripada air dingin di freezer.

Bagaimanapun, air panas yang didinginkan sampai temperatur kamar akan membeku lebih cepat daripada air yang belum pernah dipanaskan. Ini karena pemanasan menyebabkan air melepaskan gas-gas terlarut (terutama nitrogen dan oksigen) yang kalau ada mengurangi laju pertumbuhan kristal es.

Tom Trull
University of Tasmania, Australia

Tom Trull dari University of Tasmania yang skeptik barangkali ada baiknya melihat-lihat lemari pendingin milik penulis surat yang pertama, Michael Davies, juga dari University of Tasmania.

Bukti eksperimen menunjukkan bahwa efek ini nyata—ketiadaan gas terlarut bisa menjadi sebuah faktor lain yang mempercepat pertumbuhan kristal.

Ternyata masih ada sebuah faktor lain yang belum diungkapkan pengirim surat terdahulu—supercooling. Penelitian lebih baru menunjukkan bahwa karena air bisa membeku pada bermacam-macam temperatur, air panas bisa mulai membeku sebelum menjadi dingin.

Akan tetapi entah air ini akan beku dahulu secara keseluruhan barangkali sebuah perkara yang berbeda.

-**Editor**

Dalam eksperimen ilmiah yang menggunakan kontrol (pembanding) efek ini tampaknya nyata. Kita mengandaikan bahwa temperatur dalam freezer tidak berubah selama proses pembekuan, begitu pula variabel-variabel dalam sampel seperti ukuran wadah, konduksi dan sifat-sifat konveksi baik di dalam maupun di luar wadah.

Bagaimanapun, saya merasa ada sebuah variabel lagi namun itu terlewatkan yakni variasi temperatur dalam freezer. Naik turun temperatur di dalam freezer

bergantung pada kepekaan thermoelement dan timer dalam sistem pengendali. Kita bisa mengandaikan bahwa pada temperatur baku freezer daya yang digunakan untuk mendinginkan freezer bekerja pada laju yang baku. Ketika seember air dingin ditambahkan, pengaruhnya mungkin kecil terhadap keluaran daya karena ia tidak sampai memicu sensor temperatur. Kendatipun demikian, seember air panas barangkali akan dengan mudah mengaktifkan sensor dan mengerahkan daya untuk mendinginkan freezer sedemikian sampai lewat sedikit dari temperatur yang ditentukan oleh setelan.

Ini agaknya terlewatkan oleh pengamat di rumah. Saya pernah menyaksikan efek serupa dalam sauna elektrik. Membodohi sensor dengan menyibak air membuat keluaran pemanas meningkat.

Matti Jarvilehto

Universitas Oulu, Finlandia

Belum lama ini, sehingga belum ditegaskan oleh bukti, penelitian dari University of Washington di St. Louis, AS, telah menawarkan sebuah kemungkinan lain. Bahan terlarut, seperti kalsium dan magnesium bikarbonat, tersingkir ketika air dipanaskan. Ini dapat dilihat di bagian dalam ketel yang sering digunakan untuk memasak air sadah. Bagaimanapun, air yang belum dipanaskan masih mengandung bahan-bahan terlarut ini dan sewaktu ia membeku kristal-kristal es yang terbentuk menolak bahan-bahan tadi ke dalam air di sekelilingnya. Sewaktu konsentrasi bahan ini meningkat dalam air yang masih harus membeku, kehadiran mereka menyebabkan titik beku menurun, sama seperti ketika jalanan di musim dingin ditaburi garam. Air seperti ini memerlukan pendinginan lebih lanjut sebelum membeku. Selain itu, karena penurunan titik beku mengurangi perbedaan temperatur antara cairan dan sekelilingnya, perpindahan panas dari air jauh lebih lambat.

-**Editor**

[?] Lebih akrab dengan lem

Mengapa superglue tidak lengket ke bagian dalam tube kemasannya?

Ajit Vesudevan

Oxford, Inggris

Superglue tidak akan lengket ke bagian dalam kemasannya karena kemasan tersebut mengandung oksigen dalam bentuk udara tetapi tanpa air. Oksigen bersifat menghambat sedangkan air bertindak sebagai katalisator.

Yvonne Adam

Bostik Limited Leicester, Inggris

Superglue tidak lengket ke bagian dalam kemasannya karena, dengan bahan dasar monomer siano akrilat, ia memerlukan kelembaban dalam bentuk air atau senyawa mengandung hidrogen aktif lain untuk mengalami polimerisasi.

Ini menerangkan mengapa perlekatan terbaik antara dua permukaan adalah jika lapisan lemnya setipis mungkin. Lem yang berlebihan akan menghambat proses perkerasan. Kepekaan terhadap udara lembab ini menerangkan dua hal. Pertama, mengapa botol dilengkapi dengan penyekat yang mustahil dirusak tanpa membuat kita terkena lem dan mengapa tumpahan lem melekat kuat sekali ke kulit kita—kulit

yang hangat dan lembab merupakan tempat yang ideal untuk mengakrabkan diri.

Brian Goodliffe

Wetherby, West Yorkshire, Inggris

Perusahaan Loctite di AS menemukan penghambatan dengan oksigen untuk siano akrilat yang tanpa itu akan mengalami polimerisasi secara cepat. Itu sebabnya botol harus ditutup dengan banyak udara di dalamnya. Monomer yang cair berubah menjadi polimer yang padat ketika oksigen ditiadakan dengan memerangkapnya di antara permukaan yang akan direkatkan.

E. Barraclough

Otterham, Cornwall, Inggris

[?] Bau dari neraka

Mengapa, tak peduli apa pun isinya, tempat sampah selalu mengeluarkan bau yang sama?

Rodri Protheroe

Colchester, Essex, Inggris

Sumber bau itu mungkin sekali disebabkan oleh bakteri dan jamur yang bertugas memakan bahan-bahan organik dalam sampah. Ini akan paling jelas ketika bak sampah diletakkan di sebuah tempat yang hangat dan lembab.

Bau yang dihasilkan tidak selalu tepat sama, tetapi lebih menyiratkan organisme yang berbeda ketimbang jenis makanan yang mereka konsumsi. Bau yang Anda dapatkan dari jamur penisilin yang tumbuh pada sebutir jeruk sama dengan bau dari jamur penisilin yang ditumbuhkan di sebuah kultur laboratorium. Baunya menyengat, khas, sekaligus sangat umum

Analisis terhadap sampah rumah tangga telah menunjukkan kehadiran bakteri-bakteri patogen, antara lain Pasteurella pestis, bakteri yang bertanggung jawab atas wabah sampar. Jadi jangan mengirup bau sampah terlalu keras.

Cary O'Donnell

Welwyn, Hertfordshire, Inggris

Saya mencoba menjawb pertanyaan ini sewaktu mengurus sampah dan saya sadar bahwa tong sampah tidak mengeluarkan bau yang sama.

Kantung berisi sampah makanan biasanya dikoyak oleh kucing kecuali berada dalam tong sampah yang tertutup, tetapi kantung sampah bukan makanan tidak diganggu. Kesimpulan saya, walaupun kantung sampah dianggap mengeluarkan bau sama oleh manusia, kucing tetap mampu membedakannya.

Sedangkan soal mengapa mereka seperti memiliki bau serupa, itu pasti karena kebiasaan kita mengumpulkan sampah tanpa dipilah-pilah dahulu. Bagaimanapun, sampah kebun, misalnya, mengeluarkan bau berbeda dari sampah dapur, juga mengeluarkan bau berbeda dari sampah kamar mandi.

Stewart Ravenhall

Newport Pagnell, Buckinghamshire, Inggris

[?] Masalah pita perekat

Mengapa pita perekat ketika ditarik dari gulungannya dengan cepat (kira-kira 10 milimeter per detik) menjadi hampir transparan, sedangkan bila ditarik pelan-pelan (kira-kira 1

milimeter per detik) menjadi kusam? Selain itu, jika sesudah menarik pita cepat-cepat kita berhenti sejenak, sebuah garis yang tegas tampak pada pita tersebut. Ada yang mempunyai penjelasan untuk ini?

David Holland

Broadstone, Dorset, Inggris

Penyebab perilaku yang berbeda tersebut terletak pada reaksi lapisan perekat pada pita itu terhadap peregangan yang dialami.

Ketika pita ditarik pelan-pelan, perekat bereaksi dengan membentuk serat-serat tarik yang panjang antara dua permukaan pita yang kemudian putus dan kembali ke pita, membentuk permukaan yang kusam karena berkerut-kerut. Serat-serat ini dapat dilihat baik dengan mata telanjang maupun dengan kaca pembesar.

Ketika ditarik pada kecepatan lebih tinggi, serat-serat yang terbentuk jauh lebih pendek sehingga hampir tidak menyebabkan perubahan pada lapisan perekat.

Perbedaan terjadi karena sifat alami viskoelastik yang dimiliki oleh polimer pembentuk bahan perekat. Bahan ini memiliki sebuah komponen viskos yang menjadikannya memiliki sifat fisik seperti sirup. Ia juga mempunyai sebuah komponen elastik yang membuatnya berperilaku seperti sebuah benda padat, seperti logam yang dibentuk menjadi seutas kawat. Ketika bahan seperti sirup ini ditarik ia membentuk serat-serat panjang yang tidak mudah putus, sementara kawat logam tidak dapat ditarik terlalu panjang. Pada laju penarikan rendah, bahan perekat lebih mirip sirup, sedangkan pada laju penarikan tinggi, ia lebih seperti kawat logam.

Akhirnya, perilaku tersebut bergantung pada lama proses relaksasi di tingkat molekul. Karena waktu bisa dianggap setara dengan temperatur ketika kita bicara tentang gerak molekul, menarik sekali ketika kita mendinginkan pita perekat dalam sebuah freezer.

Sekarang, penarikan secara lambat pun menghasilkan permukaan yang bening. Karena tak cukup waktu bagi molekul-molekul rantai panjang untuk mengurai menjadi serat-serat panjang, perekat putus seperti benda-benda yang rapuh.

Stephen Hancock

Stockport, Cheshire, Inggris

[?] Siulan sebuah ketel

Mengapa sebuah ketel dapat bernyanyi? Mengapa mula-mula nadanya tinggi, kemudian hilang, namun sesaat kemudian kembali dengan frekuensi menurun?

Don Munro

University of Newcastle New South Wales, Australia

Apabila Anda membiarkan tutup ketel listrik Anda terbuka kemudian menyalakannya, Anda dapat melihat yang terjadi di dalamnya. Elemen pemanas dengan cepat dipenuhi dengan gelembung-gelembung kecil keperakan, masingmasing berdiameter kira-kira satu milimeter. Mereka adalah

gelembung-gelembung udara yang dipaksa keluar dari larutan oleh panas dari elemen pemanas.

Bagianbagian kasar di permukaan logam elemen menyediakan tempat nukleasi untuk gelembunggelembung dan selanjutnya mereka lepas dari situ, naik ke permukaan. Gelembung-gelembung ini terbentuk dan meletus diam-diam, dan jelas bukan penyebab ketel Anda bersiul.

Setelah kira-kira satu menit, gelembung-gelembung udara digantikan oleh gelembung-gelembung lebih kecil yang banyak sekali, yakni gelembung-gelembung uap superheated yang menempel ke titik-titik nukleasi pada elemen pemanas. Beberapa detik kemudian, gelembung-gelembung uap primer ini menjadi tidak stabil. Begitu terbentuk, gaya apung cenderung merenggutnya dari permukaan logam panas. Namun karena dikelilingi air yang masih jauh di bawah titik didih, gelembung uap primer ini tiba-tiba mengembun, runtuh dengan cara meletus. Yang menarik, gelembung itu tidak hilang seluruhnya, tetapi meninggalkan sebuah gelembung sekunder yang lebih kecil, tampaknya uap air yang tidak langsung mengembun tetapi terbawa pergi oleh arus konveksi. Tak lama kemudian awan gelembung sekunder seperti ini membuat air agak keruh selama sekitar setengah menit.

Sementara itu, gelombang-gelombang kejut yang dikirimkan melalui air oleh gelembung-gelembung primer yang meletus menghasilkan bunyi berdesis. Anda dapat membuat nada bunyi ini lebih terdengar dengan memasang dahulu tutup ketel. Bunyi desis terjadi ketika volume udara di atas permukaan air beresonansi terhadap beberapa frekuensi yang ada dalam gelombang-gelombang kejut.

Segera setelah itu, awan gelembung-gelembung sekunder menghilang, dan ukuran gelembung-gelembung uap primer yang masih terbentuk di permukaan elemen secara keseluruhan meningkat.

Mereka tidak lagi dipaksa runtuh dan meledak, karena air di sekeliling mereka kini praktis berada pada titik didih, sehingga bunyi bising menghilang. Aliran gelembung-gelembung primer yang mengapung meninggalkan permukaan elemen makin deras. Selanjutnya gelembung-gelembung itu mengembun di bagian air lebih dingin yang terletak sekitar sepuluh milimeter dari permukaan air.

Dalam hitungan detik, air menjadi cukup panas untuk memungkinkan gelembung-gelembung primer berukuran besar mencapai permukaan, dan sekarang Anda hanya dapat mendengar bunyi ketika gelembung-gelembung besar itu meletus di udara di atas permukaan air.

Roger Kersey

Nutley, East Sussex, Inggris

[?] Masalah tombol

Mengapa susunan tombol pada kalkulator atau keypad diatur dengan angka paling kecil berada di sebelah bawah, padahal kita biasanya membaca dari atas ke bawah? Dan mengapa tombol telepon diatur kebalikannya, dengan angka paling kecil di sebelah atas?

M. D. Berkson

Bishop's Stortford, Hertfordshire, Inggris

Mesin penjumlah mekanik, yang didasarkan pada roda-roda berputar, selalu memiliki tombol 0 bersebelahan dengan tombol 1.

Sesuai kesepakatan, kebanyakan mesin penjumlah lama memiliki angka-angka yang naik dari bagian bawah ke atas dan ini barangkali peninggalan dari zaman ketika rodaroda digerakkan menggunakan tuas, bukan tombol. Ketika belakangan nomor-nomor ditaruh pada sebuah papan ketik yang diatur berupa sebuah grid tiga kali tiga dengan sisa sebuah tombol, urutan angka sengaja dibuat sama.

Pada telepon yang harus diputar, angka nol bersebelahan dengan angka 9 karena 0 dalam nomor telepon dikirimkan sebagai sebuah kode 10 pulsa. Ketika orang membuat papan ketik untuk nomor telepon, urutan tombol-tombol dalam grid diatur sesuai kebiasaan dalam telepon putar (dial).

Nicko van Someren

Cambridge, Inggris

[?] Citra cermin

Mengapa citra dalam sebuah cermin tampil sebagai kebalikan kirikanan, bukan atas-bawah?

Kishor Bhagwati

Lausanne, Swiss

Cermin tidak membalik citra dari kiri ke kanan, ia membalik citra dari depan ke belakang dengan bagian depan cermin sebagai acuan. Coba berdiri menghadap ke sebuah cermin. Tunjuk ke satu sisi. Anda dan bayangan Anda menunjuk ke arah yang sama. Tunjuk ke depan. Bayangan Anda menunjuk ke arah berlawanan dari Anda.

Tunjuk ke atas. Anda berdua menunjuk ke arah yang sama. Sekarang berdiri menyamping di depan cermin, lalu ulangi percobaan yang sama. Sekarang Anda menunjuk ke arah yang berlawanan ketika Anda menunjuk ke samping. Tempatkan cermin di lantai kemudian berdirilah di atasnya. Hati-hati, gunakan cermin yang mampu memikul bobot tubuh Anda. Kali ini Anda menunjuk ke arah berlawanan ketika Anda menunjuk ke atas dan bayangan Anda yang terbalik menunjuk ke bawah. Dalam semua kasus arah berbalik hanya ketika Anda menunjuk ke arah atau menjauh dari cermin.

Hilary Johnson

Malvern, Worcestershire, Inggris

Jawaban di atas berpangkal pada kenyataan bahwa pemantulan (refleksi) tidak sama dengan rotasi. Tubuh kita memiliki simetri kiri-kanan yang jelas, dan kita mencoba menafsirkan pemantulan sebagai sebuah rotasi terhadap sebuah sumbu vertikal di tengah.

Kita membayangkan dunia di depan cermin telah dirotasikan sejauh 180 derajat terhadap sumbu vertikal cermin, maka dunia yang sama kini berada di belakang cermin tempat kita melihat semua bayangan. Rotasi tersebut akan menempatkan kepala dan kaki di posisi yang kita harapkan, tetapi kiri dan kanan tubuh kini saling berlawanan arah.

Akan tetapi andai kita membayangkan dunia dirotasikan terhadap sebuah sumbu horizontal yang melintang pada cermin, ini akan membuat Anda berdiri dengan kepala di bawah, tetapi akan mempertahankan posisi kiri dan kanan. Citra akan tampak terbalik atas/bawah, tetapi tidak kiri kanan.

Maka entah Anda melihat bayangan sebagai sebuah citra terbalik kiri-kanan atau atas-bawah—atau terbalik terhadap sumbu lain mana pun—semua bergantung

pada sumbu mana yang secara tak sadar (dan secara keliru) Anda bayangkan telah merotasikan dunia Anda.

Apabila Anda berbaring di lantai di depan sebuah cermin Anda dapat mengamati keduanya secara sekaligus. Ruangan tampak terbalik kirikanan terhadap sumbu vertikalnya, sedangkan Anda menafsirkan tubuh Anda sedang dibalikkan kiri-kanan terhadap sebuah sumbu horizontal yang memanjang dari kepala ke kaki.

Peter Russell

London, Inggris

Sesungguhnya, sebuah cermin tidak membalik apa pun. Perhatikan wajah Anda dalam cermin: sisi kiri tetap berada di kiri dan sisi kanan tetap berada di kanan.

Sekarang perhatikan wajah seseorang lain tanpa sebuah cermin.

Wajah itu terbalik karena hanya dengan rotasi ia bisa berhadapan dan melihat Anda: sisi kanan mereka berada di kiri Anda. Begitu pula mereka dapat menghadap Anda dengan posisi kepala di bawah, yang berarti Anda melihat kiri mereka berada di kiri Anda, tetapi sekarang bagian atas kepalanya tampak di bawah. Dalam keadaan normal ini tidak akan terjadi karena sangat jauh dari nyaman.

Cobalah eksperimen berikut. Tulis sebuah kata pada secarik kertas kemudian hadapkan ke sebuah cermin. Anda secara otomatis merotasikannya terhadap sebuah sumbu vertikal dan dalam cermin tulisan itu tampak terbalik dari kiri ke kanan. Rotasi inilah yang membalik citra, buka cermin. Coba kerjakan eksperimen ini sekali lagi, kali ini ketika Anda memegang kertas di depan kaca, rotasikan kertas itu terhadap sebuah sumbu horizontal. Kata-kata yang tertulis akan terbalik atas-bawah.

Alan Harding

Stansted, Essex, Inggris

Masalah ini timbul karena cara kita memandang citra dalam cermin. Kita membayangkan diri sedang berdiri pada sebuah korsel (carousel), yang telah berputar separuh lingkaran sehingga kita melihat bayangan kita —yakni bayangan dalam cermin. Kita melihat bagian atas dan bagian bawah tubuh kita dalam cermin berada di posisi yang sama, tetapi kiri dan kanan terbalik.

Apabila alih-alih sebuah korsel kita menggunakan sebuah ferris wheel yang merotasikan kita tegak lurus, kemudian membayangkan diri berada di salah satu kursinya, kita akan memandang sebuah hasil yang berbeda. Ketika roda berjalan setengah lingkaran, bayangan cermin kini memiliki kiri dan kanan di tempat yang benar, tetapi atas dan bawah terbalik.

Susahnya kita keliru ketika menggunakan rotasi untuk eksperimen ini, karena dalam kenyataan cermin memantulkan depan menjadi belakang. Karena ini sulit dilakukan oleh tubuh kita, kita secara mental menggantikannya dengan rotasi, yang ternyata tidak sesuai dengan yang kita lihat.

Umumnya, kita lebih suka posisi atas dan bawah tidak berubah, maka kita membiarkan kiri dan kanan terbalik pada cermin, padahal kalau mau kita juga dapat menyaksikan pembalikan atas menjadi bawah.

David Singer

San Francisco, California, Inggris

[?] Disegel dengan cahaya

Ketika saya membuka sejenis amplop yang telah dilengkapi perekat saya melihat

ada efek pendar keunguan dalam perekatnya.

Hanya sebentar sekali, tetapi saya dapat mengulangnya dengan memasang kemudian melepasnya lagi. Apa penyebab efek ini?

Stewart Duguid

Edinburgh, Inggris

Pendar berwarna itu salah satu bentuk chemiluminescence (pendar kimiawi). Upaya memisahkan permukaan yang dilem memerlukan energi untuk mematahkan gaya tarik menarik antara molekulmolekul lem.

Agaknya, aksi menarik tersebut telah memasok sejumlah energi berlebih kepada molekul-molekul lem yang membuat mereka terangkat ke tingkat eksitasi (excited). Untuk kembali ke tingkat energi normal, energi berlebih yang dilepaskan kembali memilih mengambil bentuk cahaya tampak. Selisih energi antara keadaan tereksitasi dan keadaan normal menentukan panjang gelombang dan karena itu juga warna cahaya yang dihasilkan; dalam hal ini ungu.

Fenomena ini berbeda dari perpendaran yang disebut fluorescence (pendar fluor), karena di sini cahaya (seringnya ultraviolet) diserap kemudian dilepaskan kembali dengan panjang gelombang lebih panjang (dalam spektrum cahaya tampak). Pendar fluor adalah gejala yang memberi warna pada produk "Day-Glo" dan pendar biru yang barangkali sempat Anda lihat sewaktu teman Anda minum tonic water dekat sebuah lampu ultraviolet yang sering ditemukan di kelab malam.

Paul Wright

Peel, Isle of Man

Sebuah efek serupa dapat terlihat ketika Anda membuka pita isolasi listrik yang cukup panjang. Saya pertama kali menyaksikan akibat serius efek ini kira-kira 30 tahun yang lalu, secara tidak sengaja,

sesudah sebuah ledakan di sebuah tambang batu bara. Orang terakhir yang masuk ke dalam tambang sebelum ledakan adalah beberapa teknisi listrik.

Saya tahu bahwa teknisi listrik biasa menggunakan pita isolasi maka saya menghubungi penanggung jawab proyek tentang kemungkinan bahaya karena pita isolasi listrik dapat menjadi sumber api. Ternyata saya memperoleh jawaban bahwa efek tersebut sudah diketahui sejak lama, tetapi energi yang dihasilkan menurut mereka tidak cukup untuk memicu pembakaran gas metana dalam tambang.

Mike Gay, Kanada

Saya melihat perpendaran yang disebutkan oleh beberapa koresponden terdahulu—pada amplop Royal Society of Chemistry— dan penasaran soal peluangnya untuk memicu kebakaran di lingkungan mudah terbakar. Saya sudah mencoba tetapi gagal meyakinkan sesama anggota perhimpunan, barangkali karena kebanyakan anggota Royal Society of Chemistry biasa membuka amplop di lingkungan energi rendah, bukan di tempat dengan kandungan metana tinggi.

Belakangan, telah terjadi sebuah ledakan yang pada dasarnya dipicu oleh efek ini, ketika orang melepaskan gulungan pita perekat. Edisi mendatang Bretherick's Handbook of Reactive Chemical Hazards mudahmudahan memuat artikel berikut: **Label adesif**

Tolson, P. et al, 3. Electrost., 1993, 30, 149

Sebuah baterai basah tipe heavy-duty telah meledak ketika seorang operator menarik sebuah label adesif dari baterai itu.

Investigasi menunjukkan bahwa tindakan ini dapat membangkitkan potensial lebih dari 8 kV. Pelepasan energi melalui ruang yang kaya hidrogen/oksigen ketika sebuah baterai sedang diisi ulang tampaknya menjadi penyebab ledakan itu. Sang **editor** membuat kesimpulan ini setelah menyaksikan sendiri kilatan cahaya sewaktu membuka amplop Royal Society of Chemistry yang selfadhesive.

P. Urben

Kenilworth, Warwickshire, Inggris

[?] Jeli yang jumpalitan

Mengapa botol berisi Swarfega (gel pembersih tangan) beresonansi sewaktu diguncang pelan-pelan?

Bruce Buswell

Bath, Somerset, Inggris

Swarfega (yang di Indonesia antara lain menggunakan merek dagang Antis), seperti banyak bahan sejenis, memiliki baik sifat viskous maupun elastik. Produk ini berupa gel yang terbentuk dari suatu jaringan molekulmolekul dengan ikatan elastik lemah.

Ikatan tersebut mudah putus akibat aksi geser sewaktu tangan Anda menggunakannya untuk membersihkan tangan. Apabila ikatan-ikatan ini tidak sampai putus tetapi mengalami gaya tarik yang tidak melewati batas elastik mereka (misalnya diguncang pelanpelan dalam sebuah botol) mereka akan menyimpan energi itu dan berosilasi seperti sebuah pegas.

Perioda osilasi ini terkait dengan energi dan panjang ikatan.

Maka ketika sebuah jaringan besar dan kokoh dengan ikatan-ikatan berjarak relatif pendek dipukul, misalnya sebuah besi yang dipakai sebagai alas kerja oleh pandai besi (anvil), Anda mendapatkan bunyi denting bernada tinggi. Jaringan dengan ikatan lemah dan lebih panjang seperti pada Swarfega memberi osilasi harmonik berfrekuensi rendah ketika dipukul. Resonansi yang rendah ini dengan cepat diredam oleh komponen viskos pada Swarfega yang, alihalih menyimpan energi pukulan yang diterimanya, malahan melesapnya dalam bentuk panas atau entropi.

Wayne Collins

Toddington, Bedfordshire, Inggris

Swarfega hadir entah berupa gel atau cairan sangat kental (dan bisa mengalami perubahan fase dalam rentang temperatur kamar yang normal). Ini agak luar biasa dalam arti kebanyakan zat yang terdapat di alam bebas memiliki rugi yang tinggi akibat friksi internal, dan Anda biasa mendapatkan bunyi yang mantap ketika memukulnya dengan keras. Rugi internal yang rendah pada Swarfega menunjukkan bahwa bahan ini, pada skala molekuler, barangkali memiliki keteraturan struktur yang panjang.

Karena bahan ini sebuah deterjen, molekul-molekulnya akan memiliki sebuah ujung ionik, yang tertarik kepada air, serta sebuah ujung lemak, yang menolak air. Molekul-molekul ini dapat membentuk asosiasiasosiasi seperti bola, dengan ujung-ujung lemak berada di luar dan air di bagian tengah. Molekul-molekul tersebut

selanjutnya mudah saling bergeser ketika mengalami deformasi besar-besaran dan beresonansi secara mekanik hampir tanpa kehilangan energi ketika gangguan yang terjadi tidak seberapa. Saya ingat bahwa ketika sedikit air ditambahkan ke dalam botol Swarfega, efek resonansinya jauh berkurang.

J. M. Woodgate

Rayleigh, Essex, Inggris

[?] Bukan Klingon

Mengapa cling film tidak bisa lengket ke sebuah mangkuk dari logam seperti ketika ia lengket ke permukaan gelas atau keramik yang sama-sama mulus?

Tim Bloomfield

Letchworth, Hertfordshire, Inggris

Cling film, juga dikenal sebagai cling wrap di Amerika, bekerja karena plastik pengemas ini memerlukan sebuah muatan listrik sewaktu diambil dari gulungannya. Karena itu ia dapat melekat ke sebuah benda isolator melalui mekanisme sama seperti ketika secarik kecil kertas tak bermuatan melekat ke kaca bermuatan pada layar komputer atau televisi Anda.

Mekanisme ini bergantung pada perbedaan potensial yang memadai antara eling film dan benda yang akan dibungkusnya. Maka selaput ini bekerja ketika benda yang ditempelinya sebuah isolator.

Apabila benda itu logam, muatan pada selaput langsung terlesap ke seluruh logam, maka efek tarik menarik di antara keduanya menjadi hilang.

Cling film yang sudah pernah dipakai pun tidak menempel lagi, begitu pula yang sudah dilepaskan dari gulungannya namun tidak langsung dipakai. Setelah beberapa lama muatannya hilang, maka daya lengketnya hilang.

Alistair Hamilton

Melalui email, tanpa alamat

Cling film menjadi bermuatan listrik statik karena ditarik dari gulungannya. Anda dapat merasakan muatan itu dengan menariknya barang sedikit dari gulungan kemudian memegangnya dekat wajah—

Anda akan merasakan bulubulu halus Anda berdiri. Logam menyedot listrik statik, sedangkan kaca (atau plastik) mempertahankannya di permukaan. Makin besar muatan listrik statik, makin kuat perlekatannya.

Jeffrey Wells

Melalui emai, tanpa alamat

[?] Kantung keresek

Energi dari mana yang membuat kantung plastik putih dari supermarket begitu berisik?

Lucy Birkinshaw

Leicester, Inggris

Energi itu sebagian besar berasal dari Anda, sebab kantung tidak akan berisik dengan sendirinya. Bunyi berisik disebabkan oleh gerakan-gerakan sama seperti ketika dua benda kasar saling digesekkan. Kantung ini terbuat dari selaput (polietilena yang apabila tidak diberi perlakuan apa pun, berlilin, lentur, dan tidak begitu berisik. Ia juga lebih elastik daripada plastik, maka menyerap stres yang dialami tanpa mengeluh.

Bagaimanapun, sewaktu dijadikan kantung, selaput yang sama ditarik lagi sampai cukup tipis dan cukup murah untuk diberikan secara gratis bersama belanjaan, tetapi masih cukup kuat dan nyaman dipegang. Perlakuan ini menjadikan molekul-molekulnya membentuk struktur lebih kaku. Agar kantung lebih menarik dan isinya tidak terlalu kelihatan, pabrik menambahkan bahan pewarna dan pengaku. Akibatnya kantung mudah mengeluh atau protes sewaktu bergesekkan atau diremas.

Jon Richfield

Dennesig, Afrika Selatan

[?] Klik, ... Wah padam!

Mengapa filamen bola lampu biasanya putus ketika baru dinyalakan, bukan pada pagi hari setelah menyala sepanjang malam, ketika mereka sedang paling panas dan habis bekerja keras?

Alan Staten

St Ives, Cornwall, Inggris

Ketika sebuah bola lampu yang sudah tua dinyalakan, filamennya yang sudah lemah tiba-tiba seperti sungai dangkal yang dialiri sebuah banjir bandang.

Hambatan sebuah filamen logam meningkat sejalan dengan kenaikan temperatur. Ketika lampu dinyalakan, hambatannya kurang dari satu per sepuluh hambatan sesudah bekerja maka ketika sebuah arus pertama dengan kekuatan lebih dari sepuluh kali daya tahannya masuk ke situ, pemanasan segera terjadi, ditambah stres termal.

Jika ada bagian pada filamen yang lebih tipis daripada yang lain, bagian itu akan menjadi panas lebih cepat. Hambatannya per milimeter akan lebih tinggi daripada bagian filamen yang lain, maka makin banyak panas akan terbangkitkan di sepanjang bagian ini dibanding di bagian lain, akibatnya stres termal semakin kuat.

Selain semua tadi, filamen biasanya dibentuk menjadi sebuah kumparan, yang juga bertindak sebagai sebuah elektromagnet.

Karena kemagnetan ini, tiap belokan pada kumparan menarik belokan berikutnya sehingga ketika desakan arus pertama sampai di bagian filamen yang tipis

dan rapuh, stres mekanik yang dialami terasa lebih dari takaran.

Maka tidak usah heran jika filamen bola lampu tua Anda putus begitu Anda mengaktifkan sakelar lampu.

Robert Senior

Uppingham, Rutland, Inggris

Makin besar arus listrik yang lewat ke sebuah filamen dari logam tungsten dalam sebuah bola lampu biasa, makin tinggi temperatur logam di situ. Ketika bola lampu dinyalakan, filamennya berubah dengan cepat sekali dari keadaan pada temperatur kamar menjadi sebuah kawat putih panas. Pemanasan secara cepat ini membuat filamen mengalami stres fisik dan stres termal yang maksimum.

Namun ketika arus dihentikan, filamen masih merasakan kehangatan dari bola lampu yang membungkusnya, maka perubahan temperatur berjalan lebih berangsur dibanding ketika sakelar diaktifkan.

Oleh sebab itu filamen jauh lebih berpeluang putus ketika dinyalakan ketimbang ketika sedang beroperasi atau ketika menjadi dingin sesudah dimatikan.

Ross H. Clements

North Narrabeen, New South Wales, Australia

Filamen lampu putus ketika dinyalakan karena pada saat itulah arus dan temperatur paling tinggi. Apabila Anda mengukur hambatan sebuah bola lampu dalam keadaan dingin Anda akan menemukan bahwa harganya jauh lebih kecil daripada hambatan ketika sedang bekerja.

Dalam sebuah lampu 100 watt yang baru saya ukur, hambatan dalam keadaan dingin hanya 6 ohm, sedangkan dalam keadaan panas kira-kira 140 ohm. Oleh sebab itu arus ini serta panas yang terbangkitkan jauh lebih tinggi ketika sakelar diaktifkan daripada sesudah filamen terpanaskan hingga temperatur kerjanya.

Situasi lebih parah di bagian filamen yang telah menjadi tipis karena usia dan penguapan logam. Arus awal yang besar memanaskan bagian tipis pada filamen itu sampai temperaturnya jauh di atas temperatur kerja normal, akibatnya bagian itu meleleh.

W. Unruh

Vancouver, Kanada

Sebuah lampu pijar menghasilkan cahaya melalui pemanasan sebuah filamen kawat tungsten hingga sekitar 2500 derajat C. Pada temperatur tinggi ini atom-atom tungsten menguap dari permukaan kawat, menyebabkan bagian dalam dinding lampu lama kelamaan berwarna gelap. Penguapan ini juga menyebabkan filamen sedikit demi sedikit mengalami penipisan.

Sebuah titik panas (hotspot) yang lemah pada sebuah filamen dapat terjadi karena dua alasan. Pertama, jika sebagian uliran dalam kumparan tungsten sedikit lebih rapat daripada yang lain, temperatur di bagian yang rapat ini akan lebih tinggi dari normal karena makin besar radiasinya yang terperangkap. Kedua, sebagian uliran dalam kumparan barangkali lebih tipis daripada yang lain. Bagian yang lebih tipis ini memiliki hambatan lebih tinggi daripada bagian yang normal.

Oleh sebab itu laju produksi panas di hotspot ini akan lebih tinggi daripada di sebelah menyebelahnya, dan bagian lebih tipis ini juga memiliki luas permukaan lebih

kecil, yang berarti menurunkan laju pelepasan panas, yang sekali lagi ikut menyebabkan temperatur naik di atas normal.

Karena laju penguapan meningkat secara eksponensial dibanding kenaikan temperatur, hotspot akan menipis lebih cepat dibanding bagian lebih sejuk. Lebih dari itu, sewaktu kawat di hotspot menipis, hambatannya justru meningkat sehingga temperatur di situ lebih tinggi lagi. Dengan demikian temperatur akan terus naik dan penipisan kawat berjalan dengan laju lebih cepat.

Hambatan filamen dalam keadaan dingin kira-kira satu per sepuluh hambatannya dalam temperatur kerja normal. Ini mengandung arti bahwa ketika sebuah lampu dinyalakan, arus awalnya sangat tinggi dibanding arus kerja normal. Jika diameter kawat pada sebuah hotspot telah menjadi kecil sekali, lonjakan arus besar-besaran yang terjadi saat sakelar diaktifkan bisa melelehkan kawat.

Sewaktu sebuah celah kecil terbentuk antara kedua ujung filamen yang terputus, pelepasan muatan listrik yang terjadi bisa menyebabkan sebuah lompatan atau busur api memintas celah.

Busur api ini dapat menyebar ke timah-timah yang memasok arus ke filamen. Apabila ini terjadi, busur berhambatan rendah tadi memungkinkan desakan arus besarbesaran mengalir melalui lampu, yang pada gilirannya dapat menyebabkan sekering putus atau pembatas arus menjadi nonaktif. Busur api termaksud mungkin tampak sebagai kilatan cahaya benderang dalam lampu.

Bill Madill University of Central England, Birmingham, Inggris

6. Planet kita, Jagat raya kita

[?] Jajak pendapat tentang kutub

Jam berapa sekarang di Kutub Utara?

Nigel Goodwin

Nottingham, Inggris

Ada dua jawaban untuk pertanyaan ini. Pertama adalah bahwa waktu untuk seseorang adalah waktu yang ditentukan oleh irama hariannya sendiri (circadian rhythm). Awalnya, waktu fisiologis ini sama dengan waktu untuk garis bujur tempat seseorang tinggal sebelum berkunjung ke kutub.

Selama sepekan tinggal di kutub, waktu ini akan berubah pelanpelan ketika seseorang mulai akrab dengan irama baru yang biasanya sekitar 25 jam.

Sudah barang tentu, waktu lokal juga ada, yang tidak bergantung pada orang, kecuali Anda seorang filsuf yang bertapa entah di mana kecuali di kutub.

Maka jawaban kedua adalah bahwa waktu entah siang (untuk enam bulan musim panas) atau malam (untuk enam bulan musim dingin).

Saya belum pernah pergi ke kutub pada tanggal-tanggal sekitar equinox (22 September atau 20 Maret), tetapi saya akan membayangkan ada pula beberapa pekan berturut-turut ketika kita menyaksikan twiiight (pendar matahari di langit) selama sang surya tepat berada di bawah cakrawala.

Will Hopkins

University of Otago, Selandia Baru

Inti pertanyaan ini adalah: bagaimana seseorang yang lahir dan dibesarkan di Kutub Utara mengukur waktu andai ia tidak pernah mendengar tentang Greenwich, Tokyo, atau tempat lain di muka bumi?

Ini dapat dilakukan sebagai berikut. Misalkan kita berada dalam masa gelap Kutub Utara, yakni ketika matahari terus berada di bawah cakrawala (horizon). Pasang sebuah papan horizontal di kutub kemudian gambar sebuah lingkaran di atasnya dengan dua diameter yang saling tegak lurus. Tandai ujung-ujung diameter A, B, C, D di sekeliling lingkaran.

Di Kutub Utara, Anda dapat menyaksikan bintangbintang berputar atau melakukan revolusi dalam bidangbidang yang sejajar dengan cakrawala. Bidang cakrawala berimpit di titik kutub dengan bidang lain yang disebut khatulistiwa langit (celestial equator).

Selanjutnya pilih sebuah bintang di cakrawala dan definisikan pukul 0 sebagai saat ketika bintang ini memotong garis pandang titik A bila dilihat dari pusat lingkaran (kutub). Ketika bintang yang sama memotong titik B, C, dan D, itu berturut-turut disebut pukul 6, pukul 12, dan pukul 18.

Sekarang mudah bagi kita untuk membuat garis-garis lurus lain pada papan untuk menggambarkan jam-jam yang lain.

Andai saya diminta mengerjakan praktikum ini sekarang juga (di Kutub Utara), sebagai titik acuan saya akan memilih bintang paling lemah di antara tiga buah bintang yang membentuk sabuk (belt) Orion karena bintang itu terletak hampir berimpit dengan ekuator langit, paling terang di antara semua bintang di sekitar situ, atau di khatulistiwa langit, dan dapat dilihat dengan jelas menggunakan mata

telanjang.

Masalah berikutnya di Kutub adalah bagaimana menentukan waktu selama musim panas, ketika tak ada bintang yang dapat dilihat karena siang yang terus menerus.

Setelah menarik garis-garis jam pada musim dingin, Anda harus menunggu matahari muncul ke di atas cakrawala. Pada saat itu kita memasuki musim semi yang secara khusus disebut Arctic spring. Kita menandai arah kemunculan matahari di papan kita.

Garis jam di tempat sang surya muncul dapat disebut sebagai saat matahari terbit dalam sistem 24 jam yang telah kita buat dalam musim dingin.

Matahari akan berputar, sama seperti bintang-bintang dalam musim dingin, pada sebuah bidang yang sejajar dengan cakrawala, tetapi tidak seperti bintang acuan kita, yang selalu berputar dalam bidang yang sama, bidang matahari dari hari ke hari akan makin tinggi, yang akhirnya mencapai titik tertinggi pada 23,5 derajat di atas cakrawala.

Setelah itu matahari akan turun dan turun kembali sampai, enam bulan setelah kemunculannya yang pertama, matahari akan menghilang lagi ke bawah cakrawala.

D. S. Pransis

Lulel University of Technology, Sweden

Ini bukan pertanyaan yang sempurna: waktu tidak bergantung pada lokasi. Ketika waktu menunjukkan pukul 18.00 GMT di London, waktu juga menunjukkan pukul 18.00 GMT di Kutub Utara, di Timbuktu atau di sebuah tempat di balik bulan.

Orang bisa bertanya: "Zona waktu apa yang berlaku di Kutub Utara?" tetapi ini juga sulit dijawab. Zona waktu ditentukan secara politik dan administratif alih-alih secara geografi.

Karena Kutub Utara mengapung di atas laut, orang tidak menetapkan zona waktu untuk kawasan itu.

Upaya untuk mendefinisikan waktu yang alami secara astronomik pun gagal. Tengah hari (noon) di sana adalah ketika matahari berada paling selatan, tetapi matahari Kutub Utara selalu di selatan. Tengah hari adalah ketika posisi matahari paling tinggi, tetapi tinggi matahari di Kutub Utara hampir tidak berubah. Tengah hari adalah separo jalan yang ditempuh oleh matahari pada siang hari, tetapi di Kutub Utara terang berlangsung selama enam bulan dan gelap berlangsung selama enam bulan pula.

Mike Guy

Cambridge, Inggris

Waktu, berdasarkan sudut pandang geofisika, dikaitkan dengan posisi matahari di atas bumi dan posisi seorang pengamat. Karena arah mana pun dari Kutub Utara adalah selatan, matahari selalu berada di selatan dan pukul berapa pun waktu di Kutub Utara, keadaan selalu sama.

Jam berapakah itu? Garis Tanggal Internasional dilewatkan ke Kutub Utara, menjadikan kedudukan kutub senantiasa di antara satu tanggal dan tanggal berikutnya. Dengan kata lain, kita selalu mengalami tengah malam di Kutub Utara.

Ini tentu saja menerangkan mengapa Sinterklas berusaha mengirimkan hadiah-hadiah kepada anak-anak yang baik di seluruh dunia dalam semalam. Ia

tinggal mengarahkan kereta terbangnya ke selatan (yang dari Kutub Utara berarti ke arah mana pun), membongkar muatan sebanyak yang mampu ia bawa, kemudian kembali ke markas tepat pada waktu yang sama seperti ketika ia berangkat. Maka ia dapat membagikan lebih banyak hadiah kepada anak-anak lain, karena baginya waktu tidak berjalan.

Patrick Whittaker

Hounslow, Middlesex, Inggris

Sudah barang tentu Kutub Utara bisa menjadi tempat berlindung bagi para politikus karena ketika diminta menjawab pertanyaan "jam berapa sekarang?" ia cukup dengan jujur mengatakan "jam berapa yang Anda inginkan?"

Paul Birchall

Mickelover, Derbyshire, Inggris

[?] Mengirup napas dalam

Betulkah setiap kali kita mengirup udara atau menelan seteguk air, kita mengonsumsi sebagian atom-atom sama seperti yang dihirup atau ditelan oleh Leonardo da Vinci (seperti yang pernah saya baca sewaktu kanak-kanak dalam tahun 1960)?

Steve Moline

Wentworth Falls, New South Wales, Australia

Kita memang mengirup sejumlah molekul yang dahulu pun pernah masuk ke dalam paru-paru Leonardo dan, sayangnya, juga Adolf Hitler atau siapa pun. Perhitungannya tidak terlalu sulit, yakni sebagai berikut:

Massa keseluruhan atmosfer bumi adalah sekitar 5 x 1021gram.

Apabila kita menganggap udara merupakan campuran sekitar empat molekul nitrogen dan satu molekul oksigen, massa satu mole udara akan sekitar 28,8 gram. Satu mole suatu zat mengandung kira-kira 6 x 1023 molekul. Maka di atmosfer bumi terdapat kira-kira 1,04 x 1044 molekul.

Satu mole gas apa pun pada temperatur tubuh dan pada tekanan atmosfer mempunyai volume sekitar 25,4 liter. Volume udara yang masuk ke dalam paru-paru melalui pernapasan manusia adalah sekitar 1 liter. Maka kita dapat mengandaikan bahwa Leonardo da Vinci, dalam sekali tarikan napas mengirup kira-kira 2,4 x 1022

molekul.

Seorang manusia rata-rata mengirup udara dan mengembuskannya kembali sebanyak 25 kali dalam satu menit, maka selama masa hidupnya yang 45 tahun (1452 hingga 1519) Leonardo akan telah mengirup kirakira 2,1 x 1031 molekul. Dengan demikian, sekitar 1 molekul dalam setiap 5 x 1012 molekul di atmosfer mungkin termasuk yang pernah masuk ke dalam paru-paru Leonardo da Vinci.

Bagaimanapun, karena kita mengirup kira-kira 2,4 x 1022 molekul tiap kali bernapas, kita memiliki peluang cukup tinggi untuk mengirup sekitar 4,3 x 109 molekul yang pernah dihembuskan oleh Leonardo. Sesungguhnya, Anda juga dapat menunjukkan dengan cara serupa bahwa Anda barangkali mengirup kira-kira 5 molekul yang telah dihembuskan oleh tokoh ini pada hembusan napas terakhirnya.

Tentu saja, untuk sampai ke kesimpulan seperti di atas cukup banyak

pengandaian yang kita buat. Kita mengandaikan bahwa molekul-molekul yang pernah diisap oleh Leonardo telah bercampur baur dengan udara di seluruh dunia (yang tidak mustahil karena sudah 500 tahun), bahwa ia tidak mendaur ulang sebagian molekulnya sendiri, serta bahwa tak ada molekul yang hilang dari atmosfer oleh banyak orang sesudah dia, oleh pembakaran, oleh fiksasi nitrogen, dan sebagainya. Akan tetapi masih ada kemungkinan kehilangan molekul yang cukup besar tanpa memengaruhi tujuan perhitungan kita.

Dengan tahu bahwa jumlah molekul dalam hidrosfer adalah 5,7 x 1046 molekul, perhitungan serupa dapat dilakukan untuk air. Ini menunjukkan bahwa seteguk air mengandung kira-kira 18 x 106 molekul yang lewat ke tubuh Leonardo selama hidupnya. Maka, selain mengirup udara yang pernah dihembuskannya, cukup besar pula kemungkinan seseorang menelan urin Leonardo dalam setiap gelas air yang ia minum.

Peter Borrows

Epping, Essex, Inggris

Hukum kekekalan massa menjamin agar atom-atom terus didaur ulang di alam semesta. Hukum gravitasi menjamin agar sebagian besar yang ada di bumi tetap di sana. Sebagian atom yang mengapung suatu saat pernah dihirup oleh oleh da Vinci, walaupun jumlah atom-atom ini dibanding semua yang ada di atmosfer bumi menjadikan mereka terlalu sedikit.

Bagaimanapun, mengingat lama waktu yang telah berlalu, sejak dinosaurus menghuni bumi, misalnya, Anda boleh cukup yakin bahwa setiap napas yang Anda hirup mengandung sebagian sangat kecil dari yang dahulu pernah mereka hirup, pun bahwa setiap atom yang Anda makan memiliki banyak atom yang dahulu pernah menjadi bagian sesosok hewan, atau bahkan manusia. Tentu saja semua tadi bisa membuat cemas orang-orang yang mengaku vegetarian.

Glenn Alexander

Wollongong, New Sauth Wales, Australia

Pertanyaan ini bisa menjadi pekerjaan rumah bagi praktisi homeopati. Besar sekali kemungkinan secangkir air mengandung beberapa molekul homeopati yang efektif dalam melawan penyakit pada manusia, tanpa biaya.

Lassi Hyvarinen

Le Vesinet, Prancis

[?] Kekacauan seputar tengah hari

Lama hari selewat pukui dua belas siang terasa lebih panjang daripada sebelumnya, khususnya daiam musim panas. Apakah ini berarti tengah hari berada di tempat yang salah?

Dean Sherwin

Reading, Berkshire, Inggris

Tengah hari atau pukul 12 siang adalah saat ketika matahari memotong garis bujur setempat (local meridian), yakni salah satu garis khayal yang menghubungkan Kutub Utara dan Kutub Selatan dengan khatulistiwa pada sudut 90 derajat. Apabila Anda menyetel arloji Anda sedemikian sehingga pukul 12 siang terjadi ketika sang

surya melintasi garis bujur, lama hari akan sama panjang baik sebelum maupun sesudah tengah hari.

Bagaimanapun, sistem ini mengandung arti bahwa Anda perlu menyetel kembali arloji Anda jika Anda menempuh perjalanan entah ke barat atau ke timur. Guna menghindari kebingungan ini kita menciptakan kawasan waktu (time zone)—yakni daerah dengan luas tertentu ketika sejumlah orang bisa mengatakan sekarang pukul sekian, tidak peduli garis bujur yang mereka tempati saling berbeda. Kawasan waktu lazimnya memiliki lebar 15 derajat tetapi dalam praktik tidak sepenuhnya harus demikian karena alasanalasan politik, geografi, dan pertimbangan praktis lain.

Perbedaan antara waktu setempat dan waktu yang ditetapkan oleh pemerintah bisa berbeda sekali apabila Anda tinggal dekat ujung kawasan waktu yang terlalu dipaksakan.

David Eddy

Perth, Australia Barat

Perkembangan kawasan waktu biasanya dikaitkan dengan perkembangan sistem jalan kereta api di Amerika Serikat, yang terutama melintang dari timur ke barat.

Sampai zaman kereta api, kebanyakan kota menggunakan waktu setempat (local time) sehingga pukul dua belas siang umumnya bertepatan dengan saat matahari memotong garis bujur. Belakangan, ketika kereta api mulai menghubungkan satu kota dengan kota lain begitu cepat, penyesuaian yang terus menerus terhadap waktu setempat yang berbeda-beda menyebabkan pengaturan jadwal sulit, maka pemerintah menetapkan beberapa kawasan waktu.

Keith Anderson

Kingston, Tasmania, Australia

Waktu baku yang digunakan di Inggris didasarkan pada garis bujur Greenwich. Garis lintang (latitude) koresponden dari Reading hampir sama dengan garis lintang Greenwich, tetapi garis bujurnya kira-kira 1 derajat ke arah barat. Saat matahari terbit, saat tengah hari, dan saat matahari terbenam dengan demikian terjadi kira-kira empat menit lebih lambat daripada di Greenwich, dan waktu setempat Reading sesungguhnya empat menit lebih lambat daripada jam baku yang digunakan di Inggris.

Ini mengandung arti bahwa, di Reading, lama hari sesudah tengah hari, sebagaimana ditunjukkan pada jam, rata-rata lebih lama dari pada lama hari sebelum tengah hari. Di tempat-tempat di sebelah timur meridian Greenwich, hari sesudah tengah hari, rata-rata, lebih pendek dari pada hari sebelum tengah hari. Di Greenwich selisih waktu antara lama pagi dan petang, berdasarkan rata-rata selama setahun, adalah nol.

Pada hari tertentu, perbedaan antara lama pagi dan petang bergantung tidak hanya pada posisi lintang dan bujur suatu tempat tetapi juga pada persamaan waktu (equation of time). Yang dimaksudkan adalah perbedaan waktu antara mean sun, yang memberi kita waktu untuk jam, dan true sun. Ini disebabkan oleh eksentrisitas orbit bumi selama mengelilingi matahari, juga oleh kemiringan sumbu bumi terhadap bidang orbitnya. Persamaan waktu bervariasi sepanjang tahun dari minus 14 menit hingga plus 16 menit, dan penyebab utamanya adalah selisih antara waktu yang Anda peroleh dari sebuah jam matahari dan waktu yang Anda dapatkan dari sebuah jam. Selain itu masih ada perbedaan kecil antara lama pagi dan lama petang akibat posisi

matahari pada suatu hari karena pergerakan tahunan matahari pada lingkaran ekliptiknya.

Gabungan antara efek-efek di atas dapat menghasilkan perbedaan antara pagi dan petang sampai lebih dari setengah jam di Reading.

Kendatipun demikian, tidak satu pun menyiratkan bahwa tengah hari yang ditunjukkan oleh arloji salah tempat. Masalahnya kita memerlukan sistem waktu baku, yang kalau sederhana dan seragam akan sangat memudahkan untuk komunikasi. Yang jelas, perbedaan yang terjadi menunjukkan bahwa pergerakan matahari yang tampak oleh kita pada hakikatnya tidak sederhana.

Selama bulan-bulan yang disebut British Summer Time, lama hari sesudah pukul 12 siang lebih panjang lagi dibanding lama hari sebelum tengah hari, tetapi ini sesuatu yang disengaja karena jam memang dimajukan satu jam lebih cepat.

David Le Conte

The Astronomical Society of Guernsey

Tengah hari menurut Greenwich Mean Time hanyalah tengah hari di garis bujur Greenwich. Apabila Anda berada di sebelah barat Greenwich, misalnya di Reading, sang surya terbit lebih lambat, begitu pula terbenamnya, maka pukul 12.00 GMT akan tiba lebih dahulu sebelum titik tengah antara matahari terbit dan matahari terbenam. Matahari menempuh 360 derajat dalam 24 jam, atau ISU

dalam satu jam. Oleh sebab itu, karena saya menulis artikel ini di sebelah utara London (0 derajat 10' Bujur Barat), pukul 12.00

GMT terjadi 24 detik sebelum tengah hari, namun jika saya tinggal di Swansea (3 derajat 56' Bujur Barat), pukul 12.00 GMT akan hampir 16 menit sebelum tengah hari.

Dengan Central European Winter Time, pukul 12.00 adalah 6 menit sebelum tengah hari di Berlin (13 derajat 30' Bujur Timur), tetapi lebih dari 50 menit sebelum tengah hari di Paris (2 derajat 15' Bujur Timur).

Contoh paling ekstrem adalah Lisbon di Portugal (9 deraajt Bujur Barat), yang belum lama mengadopsi Central European Time selama musim panas, pukul 12.00 terjadi dua setengah jam sebelum tengah hari. Nigel Wheatley London, Inggris

[?] Hari cerah yang biru

Mengapa (ketika hari cerah) langit tampak biru?

Jaspar Graham-Jones

Southampton, Hampshire, Inggris

Langit berwarna biru karena sebuah proses yang disebut hamburan Rayleigh (Rayleigh scattering). Cahaya yang berasal dari matahari menumbuk molekul-molekul di udara kemudian terhambur ke semua arah. Besar hamburan sangat bergantung pada frekuensi, yakni, warna cahaya. Cahaya biru, yang memiliki frekuensi tinggi, terhambur sepuluh kali lebih banyak daripada cahaya merah, yang memiliki frekuensi lebih rendah. Maka cahaya hamburan "latar belakang" yang kita lihat di langit adalah cahaya biru.

Proses ini juga menerangkan mengapa ada warna merah yang indah sewaktu matahari terbenam. Ketika matahari tidak jauh dari cakrawala, cahaya harus melalui lapisan atmosfer lebih tebal untuk sampai ke mata kita. Selama perjalanan itu, cahaya biru terhambur, tetapi warna merah, yang tidak begitu mudah terhambur, berhasil

meneruskan perjalanannya sampai ke mata kita.

Rick Eraho

Cleckheaton, West Yorkshire, Inggris

Langit tampak biru karena sebuah proses yang dikenal sebagai hamburan Rayleigh (Rayleigh scattering). Menurut ilmu fisika klasik, sebuah muatan yang mengalami percepatan memancarkan radiasi elektromagnetik. Sebaliknya, radiasi elektromagnetik bisa berinteraksi dengan partikel-partikel bermuatan yang membuat mereka berosilasi. Sebuah muatan yang berosilasi terus mengalami percepatan dan karena itu akan memancarkan radiasi kembali. Kita mengatakan bahwa muatan tersebut menjadi sumber radiasi kedua. Efek ini dikenal sebagai hamburan radiasi insiden (incident radiation).

Tentu saja, atmosfer terdiri atas bermacam-macam gas yang bersama-sama membentuk udara. Kita boleh menganggap tiap molekul udara sebagai sebuah osilator elektron. Distribusi muatan elektron pada tiap molekul menghadirkan sebuah bidang hamburan untuk radiasi insiden. Ini pada dasarnya sebuah bidang yang diperlukan agar radiasi insiden terhamburkan. Besar radiasi terhamburkan akan bergantung pada luas potongan melintang ini.

Dalam hamburan Rayleigh luas potongan melintang berbanding lurus dengan pangkat empat frekuensi radiasi insiden. Cahaya matahari memiliki bermacam-macam frekuensi dalam spektrum cahaya tampak, dari cahaya frekuensi rendah (merah) hingga cahaya frekuensi lebih tinggi (biru). Karena memiliki frekuensi lebih tinggi daripada komponen-komponen tampak lain, bagian yang biru pada spektrum matahari akan terhambur secara lebih kuat. Cahaya terhambur seperti inilah yang kita lihat, maka langit kelihatan berwarna biru.

Kebetulan kita juga dapat menerangkan mengapa matahari terbenam menghadirkan nuansa merah. Ketika matahari dekat dengan cakrawala cahayanya harus melewati atmosfer yang lebih tebal.

Cahaya biru akan terhambur lebih kuat sementara cahaya merah, karena memiliki frekuensi lebih rendah tidak begitu terhambur maka bisa sampai ke mata seorang pengamat.

D. Roberts

Physics Department, University of Sheffield, South Yorkshire, Inggris

[?] Teka-teki Cina

Tembok Besar Cina biasa disebut sebagai satu satunya benda tidak alami yang tampak dari ruang angkasa. Agar sebuah benda dapat terlihat dari jarak sejauh itu, mata harus bisa menguraikan benda itu ke dalam dua dimensi. Tembok Besar Cina memiliki panjang luar biasa, tetapi lebarnya hanya beberapa meter. Apabila mata mampu menguraikan lebarnya dari ruang angkasa, pasti banyak benda lain seperti Piramida Agung Cheops yang semestinya cukup besar untuk tampak dalam dua dimensi, kendati memiliki total luas jauh lebih kecil. Apakah kemampuan mata menguraikan benda-benda dalam dimensi yang kecil (lebar tembok) dipengaruhi oleh dimensi lainnya yang kelewat besar (panjang) atau pernyataan tentang Tembok Besar Cina hanya isapan jempol?

A. R. MacDiarmaid-Gordon

Sale, Cheshire, Inggris

Pernyataan tersebut memang cuma isapan jempol. Cerita ini terkenal sebagai salah satu legenda yang paling banyak dipercaya, atau hanya nomor dua setelah popularitas bunuh diri masal yang dilakukan oleh lemming.

Seseorang dengan kemampuan penglihatan yang sempurna memiliki kemampuan resolusi sampai sekitar satu menit busur tanpa binocular atau teleskop. Tembok Besar Cina mempunyai lebar kurang lebih enam meter. Artinya benda selebar ini mulai tidak terlihat dengan mata telanjang sejak ketinggian 20 kilometer, atau kira-kira dua kali ketinggian Puncak Everest. Bahkan andai bayangannya ikut dihitung, jarak paling jauh untuk tetap bisa melihatnya barangkali kirakira 60 kilometer. Karena hambatan oleh atmosfer ketinggian ini masih kurang untuk orbit sebuah wahana angkasa yang bisa melayang-layang dengan stabil.

Bagaimanapun, banyak benda buatan manusia yang masih tampak dari luar angkasa, yang paling besar adalah bendungan atau kawasan reklamasi di Belanda. Kota-kota besar pun dapat terlihat pada malam hari karena lampu-lampu penerangan jalan yang benderang.

D. Fisk

Ipswich, Suffolk, Inggris

Banyak orang tahu bahwa mata manusia bisa melihat benda-benda panjang jauh lebih mudah daripada benda-benda pendek, maka Tembok Besar Cina tentu salah satu calon yang ingin dilihat dari permukaan bulan. Bagaimanapun, tembok ini, di banyak tempat tinggal puing-puing sehingga dari darat pun sering tidak kelihatan, apalagi dari luar angkasa. H. J. P. Arnold, pakar fotografi dan astronom ternama, telah mempelajari masalah ini kemudian menyimpulkan bahwa melihat tembok ini dari bulan secara fisika tidak mungkin.

Neil Armstrong dari Apollo 11 pernah menyatakan bahwa tembok ini jelas tidak kelihatan dari bulan. Sesama astronot, Jim Lovell dari Apollo 8 dan 13, pernah melakukan pengamatan yang cermat dan mengatakan bahwa cerita itu isapan jempol. Jim Irwin dari Apollo 15 pun mengatakan bahwa melihat dinding itu dari orbit sesuatu yang mustahil.

Foto-foto dari wahana angkasa tak berawak memperlihatkan bahwa arah atau letak tembok kadang-kadang harus diduga berdasarkan pasir yang terhembus, tetapi temboknya sendiri tidak kelihatan.

Titik, kecuali Anda ingin menciptakan legenda baru.

Robert Brown

Ashby-de-la-Zouch, Leicestershire, Inggris

[?] Pasang yang membingungkan

Adakah yang bisa menerangkan secara sederhana dan masuk akal mengapa pasang laut yang tinggi dapat terjadi secara serentak di kedua muka bumi?

Pat Sheil

Sydney, New South Wales, Australia

Ketika mempelajari asal-usul pasang (tide) kita harus mengabaikan rotasi bumi pada sumbunya dan memusatkan perhatian hanya pada revolusi dalam sistem bumibulan.

Revolusi ini terjadi terhadap pusat gravitasi bersama (common centre of gravity)

sistem, yang kurang lebih terletak separuh jalan dari permukaan ke pusat bumi, dan menyebabkan setiap titik di sebelah dalam bumi atau di permukaannya membentuk sebuah lingkaran dengan radius sama dengan jarak pusat gravitasi bersama dari pusat bumi.

Oleh sebab itu, di setiap titik terdapat sebuah gaya sentrifugal dengan besar dan arah yang sama: menjauh dari bulan, sejajar dengan garis penghubung pusat bumi bulan. Gaya sentrifugal ini berbeda dari yang disebabkan oleh rotasi bumi, yang dalam hal ini kita abaikan.

Setiap titik di bumi juga mengalami gaya gravitasi sewaktu ia tertarik ke arah bulan, dengan arah gaya yang berbeda untuk setiap titip berbeda di bumi.

Resultan gaya-gaya tadi menciptakan gaya pembangkit pasang (tide-generating force). Apabila sekarang kita memperhatikan dua titik di permukaan bumi, yang satu tepat di bawah bulan sedangkan yang lain di sisi bumi yang jauh, ternyata gaya gravitasi bulan di titik dekat bulan lebih besar daripada gaya sentrifugal yang, seperti telah kita lihat, menjauh dari bulan.

Titik jauh memiliki selisih jarak dari bulan sebesar satu diameter bumi sedangkan gaya gravitasi bulan di sana kebetulan lebih kecil daripada gaya sentrifugal, maka gaya netto di air di titik yang jauh mempunyai arah menjauh dari bulan.

Dalam penjelasan yang paling populer, pasang yang terjadi secara serentak di kedua titik berseberangan tadi diterangkan dengan menekankan bahwa sewaktu bulan menarik air di titik dekat sampai jarak tertentu, ia juga menarik tubuh bumi barang sedikit.

Akan tetapi penjelasan ini tidak menegaskan mengapa sebuah sistem seperti itu tidak akan runtuh ketika gravitasi bumi dan bulan saling tarik.

D. S. Parasnis

Department of Geophysics Lulel University of Technology, Swedia

Dengan mengabaikan efek-efek benda lain, pusat massa bumi dan pusat massa bulan sama-sama mengalami jatuh bebas, mengikuti orbit-orbit yang mengelilingi pusat massa bersama sistem bumibulan,

tempat percepatan gravitasi dan percepatan sentrifugal betul-betul saling menghilangkan. Kendatipun demikian, di sebagian besar permukaan bumi, saling menghilangkan ini tidak setepatnya demikian, karena entah Anda lebih dekat atau lebih jauh dari bulan, Anda tetap terpaksa mengorbit dengan laju yang sama seperti pusat massa bumi.

Untuk laut di sisi bumi yang menghadap ke bulan, gravitasi bulan lebih kuat daripada gaya sentrifugal, maka air menggelembung ke arah bulan.

Di sisi yang sebaliknya, gaya sentrifugal lebih kuat, maka air menggelembung menjauh dari bulan. Kedua penggelembungan ini sama-sama menghasilkan pasang naik (high tide).

Akibatnya, muka air laut—yang seharusnya bulat seperti bola— tertarik sepanjang sumbu bumi-bulan menjadi sebuah elipsoida, dan ketika titik mana pun di bumi berotasi ke dalam dan ke luar penggelembungan yang mana pun, pasang naik dan pasang surut terjadi secara bergantian.

Greg Egan

Perth, Australia Barat

Pasang naik serentak yang terjadi di sisi yang bertolak belakang di bumi disebabkan oleh ketakseimbangan antara gaya gravitasi dan gaya sentrifugal. Pasang disebabkan oleh interaksi gravitasi bumi dan bulan, dan kendati pengaruhnya lebih kecil, juga disebabkan oleh interaksi bumi-matahari.

Walaupun menurut kita bulan seperti mengorbit bumi, sebetulnya bulan dan bumi sama-sama mengorbit sebuah pusat massa bersama, yang dekat, tetapi tidak berimpit dengan pusat bumi. Gaya sentrifugal yang dibangkitkan oleh gerakangerakan mengorbit benda-benda angkasa ini cuma menyeimbangkan tarikan gravitasi terhadap yang lain.

Bagaimanapun, keseimbangan tadi hanya tepat di bagian tengah tiap benda. Di sisi bumi yang paling dekat ke bulan, tarikan oleh gravitasi bulan sedikit lebih besar dan gaya sentrifugal di situ sedikit lebih kecil daripada di pusat bumi, maka air di sini tertarik ke luar ke arah bulan. Di sisi yang bumi yang sebaliknya, tarikan gravitasi sedikit lebih kecil dan gaya sentrifugal sedikit lebih besar, maka di sini air terlempar ke luar menjauh dari bulan.

Mark Bertinat

Chester, Inggris

[?] Eh, asin...

Sekolah kami, Glenbrook Infants School pergi ke pantai untuk libur musim panas kami. Kami senang sekali, tetapi adakah yang bisa memberitahu saya mengapa air laut asin. Ibu saya tidak tahu jawabnya.

John Connolly

London, Inggris

Air laut asin karena sungai-sungai yang mengalir ke situ membawa garam-garam dan mineral-mineral lain dari tanah. Garam-garam itu terlarut ke sungai dan sungai mengalir ke laut. Sewaktu matahari menguapkan air dari laut untuk membuat awan, garam dan mineral tidak ikut pergi, maka laut lebih asin daripada air sungai dan air danau.

Jack Cave-Linch (9 tahun)

Wellington, Selandia Baru

John Connolly bukan anak yang pemalu. Selalu bertanya dan selalu ingin tahu Laut yang asin membuatnya senang berkecipak dan berenang mengikuti gelombang. Ia bukan air tawar dari pipa yang memakai keran. Atau dari botol-botol besar berisi air galonan Maka kini ia tahu bahwa garam dan laut sama seperti teh dengan gula yang telah larut. Dan masih banyak garam-garam yang lain Yang sama-sama larut ke dalam air yang asin. Natrium klorida, garam yang selalu ada di meja mempunyai beberapa teman yang agak sulit dieja Kalium klorida, magnesium klorida, pun garam-garam iodida. Semua larut ke laut karena pohon-pohon makin tiada. Nah, John kecil yang kelak makin pintar, mencari tahu juga cara yang baik untuk belajar!

Alex Tri Kantjono

Cimahi, Indonesia

[?] Energi yang hilang

Apa yang disebut "efek katepel" seperti yang digunakan untuk memercepat wahana antar planet? Ia jeias memanfaatkan gaya tarik gravitasi sebuah planet, tetapi pemahaman saya yang tanggung tentang fisika membuat saya menduga bahwa setiap energi kinetik yang didapatkan ketika wahana angkasa mendekati sebuah planet akan hilang sebagai energi potensial sewaktu meninggalkannya.

Bagaimana cara wahana angkasa memanfaatkan energi dari sebuah planet?

David Bates

Ely, Cambridgeshire, Inggris

Saya pun merasakan keraguan yang sama ketika pertama kali mendengar Voyager menggunakan efek katapel (slingshot effect). Jelas sebuah wahana tidak akan memperoleh energi netto hanya dengan menjatuhkan diri ke dalam sebuah

medan gravitasi stasioner. Bagaimanapun, Jupiter dan medan gravitasinya bergerak mengelilingi matahari pada kecepatan kira-kira 1300 meter per detik dan setiap wahana yang lewat ke belakang planet ini akan dipercepat oleh medan gravitasi ini sama seperti ketika seorang peselancar terdorong oleh sebuah gelombang. Energi tersebut bukan berasal dari medan gravitasi melainkan dari energi kinetik planet yang bergerak, yang mengalami perlambatan sedikit dalam orbitnya, membuatnya mendekat sedikit ke arah matahari.

Kecepatan planet meningkat lagi sewaktu jatuh ke arah matahari, dan di luar dugaan kini ia bergerak makin lama makin cepat daripada sebelumnya. Pendekatan Jupiter ke arah matahari sebesar 10 hingga 15 meter pun akan menghasilkan energi lebih dari 416 megajoule.

Mike Brown

Knutsford, Cheshire, Inggris

[?] Dunia yang makin padat

Dalam salah satu lagunya, penyanyi Amerika Laurie Anderson melantunkan "Now that the iiving outnumber the dead ..."

Betulkah saat ini orang hidup lebih banyak daripada orang yang sudah meninggal? Andai demikian, kapan jumlahnya menjadi sama ? Jika tidak, kapan itu bisa terjadi? Apakah kita bisa membuat taksiran yang baik tentang jumlah penduduk sebelum orang terbiasa melakukan cacah jiwa?

John Woodley

Toulouse, Prancis

Jawab di bawah didasarkan pada beberapa perhitungan yang pernah diterbitkan oleh International Statistical Institute.

Jika populasi dunia selalu bertambah dengan laju seperti sekarang, yang menjadi dua kali lipat setiap masa hidup rata-rata seorang manusia, berarti jumlah orang hidup memang akan lebih besar daripada jumlah orang mati.

Bagaimanapun, yang terjadi tidak demikian. Ada suatu masa sangat panjang di masa lampau ketika jumlah penduduk hampir tidak bertambah sama sekali, meskipun orang mati terus bertambah. Sesudah manusia mencatat sejarah, ternyata informasi tentang jumlah penduduk cukup mengejutkan, termasuk sensus yang

diselenggarakan baik oleh kerajaan Romawi maupun Cina.

Sebelum itu, jumlah penduduk ditaksir berdasarkan luas dunia yang telah digarap atau digunakan untuk berburu, dan jumlah orang yang dapat didukung oleh hasil bumi tersebut per satuan luas menggunakan metode produksi pangan ini. Menurut taksiran yang dibuat oleh J-N. Biraben, jumlah penduduk dunia pada tahun 40.000 sebelum masehi adalah sekitar 500.000. Jumlah ini tumbuh— tetapi tidak dengan laju yang ajeg—hingga menjadi antara 200 dan 300 juta selama milenium pertama sesudah masehi, dan mencapai 1 miliar di awal abad kesembilan belas.

Ketika mengalikan angka-angka populasi melalui taksiran laju kematian, Anda menemukan bahwa jumlah keseluruhan orang mati antara tahun 40.000 sebelum masehi dan sekarang bisa mencapai sekitar 60 miliar. Jumlah penduduk dunia sekarang masih sekitar 6 miliar.

Walaupun tak ada keberatan yang pernah dibuat untuk ketelitian taksiran sejarah tersebut, kesalahan yang terjadi hampir tidak bisa terlalu besar sampai orang dapat menyimpulkan bahwa jumlah orang hidup telah jauh lebih besar daripada jumlah orang mati.

Selalu begitu dan akan terus begitu entah sampai kapan.

Roger Thatcher

New Malden, Surrey, Inggris

Kalau menurut legenda religius, di Taman Firdaus, orang hidup (2) lebih banyak daripada orang mati (0).

G. L. Papageorgiou

Leicester, Inggris

Dalam syair epos Mahabharata dari India, putra Pandawa yang tertua, Yudisthira, harus menjawab banyak pertanyaan, termasuk yang diajukan di atas, oleh dewa Yama, yakni dewa penunggu Dunia Bawah dan secara moral semua ini benar, yakni menguji pengetahuan Yudisthira, yang diceritakan memiliki kemampuan nalar tinggi serta tidak bisa berbohong.

Yama menyamar sebagai seekor bangau yang sedang mengintai ikan di kolam sewaktu keempat saudara Yudisthira minum tanpa mampu menjawab sebuah pertanyaan pun, maka mereka semua mati. Yama sang bangau bertanya "Siapa lebih banyak, orang hidup atau orang mati?" Jawab Yudisthira: "Orang hidup, sebab orang mati tak ada lagi!" Yama menerima jawaban ini dan semua jawaban yang diberikan oleh Yudisthira dan, dengan sukacita karena Yudisthira sesungguhnya putra Yama, Yama memberkatinya dan menghidupkan kembali semua adiknya yang sudah meninggal.

Shafi Ahmed

London, Inggris

[?] Salju pun akan tertawa

Mungkinkah mengurangi dampak efek rumah kaca dengan mengecat atas semua rumah dengan warna putih untuk memantulkan cahaya matahari sama seperti oleh hamparan es abadi di kutub? Adakah cat yang mampu menyamai daya pantui saiju?

Paul Nolan

Warrington, Cheshire, Inggris

Mengecat atap dengan warna putih akan memantulkan lebih banyak cahaya matahari dan mungkin bisa mengatasi pemanasan global. Global Rural Urban Mapping Project (GRUMP), yang dilaksanakan oleh Earth Institute di Columbia University di New York, menunjukkan bahwa sekitar 3 persen permukaan daratan bumi tertutup oleh bangunan. Bumi memiliki albedo 0,29, artinya bumi memantulkan 29 persen cahaya matahari yang jatuh ke atasnya. Dengan albedo 0,1, kota-kota di dunia menyerap cahaya matahari lebih banyak daripada rata-rata secara keseluruhan. Mengecat semua atap dengan warna putih dapat menaikkan albedo bumi dari 0,29 menjadi 0,30. Menurut model "nol dimensi" yang sangat sederhana untuk bumi, ini akan menyebabkan penurunan temperatur bumi hingga 1 derajat C, yang hampir meniadakan pemanasan global sejak awal revolusi industri. Bagaimanapun, model nol dimensi ini tidak memperhitungkan atmosfer dan, yang paling penting, peran awan. Akan menarik andai orang dapat menciptakan model lebih canggih untuk memrakirakan penurunan suhu seperti itu. Mike Follows Willenhall, West Midlands, Inggris Pemanfaatan atap yang lebih baik adalah menggunakannya sebagai pembangkit listrik mini dengan memasang lempeng-lempeng fotovoltaik. Ini akan cukup mengurangi pengurasan bahan bakar fosil, dan sistem iklim bumi yang kompleks serta peka akan tidak terlalu terganggu lagi. Upaya pencegahan selalu jauh lebih baik daripada perbaikan atas kerusakan yang terlanjur terjadi.

Mike Hulme

Norwich, Inggris

[?] Bintang yang memudar

Sewaktu matahari menghasilkan energi, sejumlah masa hilang darinya dan gravitasinya makin lemah. Apakah planet-planet pelan-pelan bergerak menjauh dari matahari? Apabila demikian, seberapa banyak, dan kapan matahari menjadi sebuah raksasa merah, dan seberapa jauh jarak bumi dari matahari pada saat itu?

Mike Ganley

Ferntree, Tasmania, Australia

Massa yang hilang dari matahari adalah sekitar 4 juta ton per detik, yakni massa setara dengan energi yang dihasilkannya melalui reaksi-reaksi termonuklir. Beberapa juta ton lagi hilang akibat fenomena angin matahari (solar wind) dan emisiemisi partikel lain. Bagaimanapun, bahkan selewat 2 miliar tahun, massa yang hilang ini hanya 10 per seribu massa matahari. Maka perubahan jarak bumi dari matahari sampai tahun tersebut kurang lebih masih sama.

Situasi akan lebih mencekam ketika matahari akhirnya menjadi sebuah raksasa merah (red giant), kira-kira 6 miliar tahun dari sekarang. Kelak, radius matahari akan 100 kali lipat sekarang.

Menurut taksiran yang paling akhir, dalam tahap menjadi raksasa ini matahari mungkin akan melahap Merkurius, Venus, dan bumi, sedangkan planet-planet yang lebih jauh dari Mars akan bertahan dan terus mengorbit matahari sewaktu yang belakangan menjadi si kerdil putih (white dwarf).

Jika kita mengandaikan massa akhir matahari sebagai bintang kerdil putih

adalah 0,6 massa yang sekarang, ukuran orbit planet jauh di masa depan itu akan kira-kira 80 persen lebih besar dibanding yang sekarang, dengan alasan seperti yang diungkapkan oleh penanya.

C. Sivaram

Indian Institute of Astrophysics Koramangala, Bangalore, India

Yang menakjubkan, walaupun matahari mengubah 4 juta ton massanya menjadi energi murni setiap detik dan akan terus membakar hidrogen sampai menjadi sebuah raksasa merah beberapa miliar tahun lagi, ia akan kehilangan hanya sebagian kecil dari massanya yang sekarang. Agar bumi dapat memertahankan momentum sudutnya, radius orbitnya akan harus bertambah dengan laju hanya kirakira 10 milimeter per tahun.

Bagaimanapun, ini tidak akan cukup untuk mengatasi pancaran matahari yang terus meningkat. Maka bumi ditakdirkan akan mengikuti nasib rekan-rekannya, Venus, yakni akan menjadi planet kelewat panas untuk dihuni— dan ini akan jauh lebih cepat akibat ulah bodoh manusia sendiri dalam mengelola bumi.

Mike Follows

Willenhall, West Midlands, Inggris

7. Ketika cuaca sedang aneh

[?] Petir yang selalu menyambar

Mengapa kilat selalu bercabang dan berapa diameter mata sebuah petir?

Michael Lee

London, Inggris

Petir biasanya membawa muatan negatif dari sebuah awan petir ke bumi. Sebuah ujung (leader) yang bermuatan negatif menyambar mendahului kilat yang kelihatan, bergerak ke bawah awan melalui udara yang berisi kantung-kantung bermuatan positif. Ini disebabkan oleh ion-ion lucutan titik (point discharge) yang dilepaskan dari bumi akibat medan listrik awan petir yang kuat.

Ujung petir membentuk cabang dalam upaya menemukan lintasan dengan hambatan paling kecil. Ketika salah satu cabang ini sampai ke dekat tanah, muatan-muatan negatif menarik ion-ion positif dari bendabenda berujung runcing, misalnya rumput dan pohon, untuk membentuk lintasan penghantar antara awan dan bumi.

Muatanmuatan negatif itu kemudian tersalur ke bumi mulai dari bagian bawah saluran yang dibentuk oleh ujung petir. Selanjutnya 2 2 4 tampak kilatan balik (return stroke) dengan cahaya yang bergerak ke atas sementara muatan mengalir turun. Cabang-cabang petir yang tidak berhasil mencapai tanah menjadi benderang ketika muatanmuatan mereka mengalir kembali ke dalam saluran utama.

Foto yang menggambarkan kilat sering membesar-besarkan lebar saluran ini karena boleh jadi film yang dipakai mengalami overexposed. Benda-benda yang menjadi rusak oleh sambaran petir menunjukkan saluran dengan diameter antara 2 hingga 100 milimeter.

R. Saunders

Atmospheric Physics Group Manchester University, Inggris

[?] Kekuatan gelombang

Mekanisme apa yang mengubah energi angin yang berembus menjadi gelombang-gelombang laut yang muncul kemudian pecah di tepian dan apa yang menentukan amplitudo serta frekuensi mereka ?

Frank Scahill

Eastonville, New South Wales, Australia

Ketika angin bertiup di atas permukaan laut yang rata, riak-riak kecil terbentuk. Ini barangkali terkait denganhembusan-hembusan kuat yang terjadi berulang-ulang, meskipun riak-riak itu mula-mula tidak beraturan dan tidak memiliki arah atau frekuensi tertentu. Bagaimanapun, ketika angin terus berembus, dua hal terjadi. Pertama, gelombang-gelombang berinteraksi satu sama lain membentuk gelombang-gelombang lebih panjang yang berartimemiliki frekuensi lebih rendah. Kedua, angin mendorong gelombang-gelombang besar dan menambahkan energi kepada mereka.

Selama badai berlangsung, angin akan menjadikan gelombanggelombang lebih besar dan dinamika gelombang akan menciptakan gelombang-gelombang yang

makin lama makin panjang.

Sebagian besar akan menjadi terlalu tinggi dan curam sehingga pecah tetapi, secara umum, energi keseluruhan akan terus bertambah. Gelombang-gelombang yang terbangkitkan secara lokal ini dikenal sebagai wind-sea. Energi mereka bergantung pada berapa lama angin telah bertiup (durasinya) dan sejauh mana (jangkauannya). Gelombang-gelombang di permukaan laut bukan serangkaian gelombang yang sederhana melainkan sebuah permukaan acak yang rumit.

Mustahil menetapkan amplitudo dan frekuensi yang sederhana untuk sebuah sistem serumit ini. Sebagai ganti orang menggunakan tinggi gelombang signifikan (significant wave height), yakni tinggi rata-rata tiap gelombang ketiga yang paling tinggi, untuk menggambarkan besar gelombang, dan periode puncak (peak period), waktu antara gelombang-gelombang dominan atau paling kuat untuk mengukur frekuensi. Secara rata-rata, setiap tiga jam akan ada sebuah gelombang dengan ukuran dua kali tinggi gelombang signifikan.

Akhirnya, energi yang diberikan ke laut oleh angin akan diimbangi oleh energi yang hilang, terutama ketika gelombang pecah. Pada saat ini, gelombang akan berhenti tumbuh dan laut disebut fully developed. Dalam angin berkecepatan 20 meter per detik (Force 8 gale), laut yang fully developed akan mempunyai tinggi gelombang signifikan 9 meter dan periode puncak 15 detik.

Gelombang dapat menjalar sampai ribuan kilometer dari titik pembangkitannya. Tidak seperti gelombang cahaya atau gelombang bunyi, ketika gelombang laut makin panjang (dan frekuensi makin kecil), mereka juga melaju lebih kencang.

Gelombang yang ditimbulkan oleh badai disebut swell. Gelombang ini mempunyai rentang periode jauh lebih pendek dan rangkaian gelombang hampir beraturan. Karena tak ada energi tambahan yang diberikan kepada mereka, tak ada yang terlesap oleh pecahan, maka mereka terus memintas laut sampai menyentuh daratan.

Karena frekuensi-frekuensi berbeda menjalar dengan kecepatan-kecepatan berbeda, sewaktu swell menjalar memintas lautan ia terpisah menjadi sejumlah komponen. Maka tinggi gelombang signifikan dan periode puncak swell ditentukan oleh kecepatan angin, lama angin, dan jarak dari badai yang membangkitkan mereka.

Peter Challenor

Southampton Oceanography Centre

Hampshire, UK Energi angin mula-mula membentuk wind-sea. Gelombang-gelombang dalam sebuah wind-sea lebih curam dan lebih kacau daripada swell, dan biasanya disertai buih karena ada bagian puncaknya yang berantakan.

Makin lama angin bertiup, makin panjang panjang gelombang gelombanggelombang yang dominan dalam wind-sea. Ketika angin berhenti bertiup atau gelombang-gelombang wind-sea pindah dari daerah yang membangkitkannya, gelombang berbuih (whitecap) berlanjut untuk beberapa waktu dan disertai pemanjangan gelombang, sampai tak ada gelombang yang cukup curam untuk mempertahankan whitecap.

Dalam hal ini wind-sea berubah menjadi swell. Gelombang-gelombang di permukaan cairan bersifat dispersif, artinya gelombang dengan panjang

gelombang berbeda menjalar dengan kecepatan berbeda. Makin panjang panjang gelombang swell menjalar lebih cepat dan tiba paling dahulu di tempat

pengamat. Dengan berlalunya waktu, panjang gelombang swell menjadi pendek karena gelombang dengan panjang gelombang lebih pendek dan lebih lambat berdatangan. Swell dari sebuah badai yang terbentuk ribuan kilometer jauhnya mampu bertahan selama beberapa hari, meskipun terus makin pendek karena mengalami dispersi.

Dispersi bertindak sebagai sebuah filter, maka hanya swell dengan bandwidth yang sempit bisa ada di satu daerah di lautan pada waktu yang sama. Ini sebabnya swell kelihatan begitu seragam ketika dilihat dari pesawat terbang. Umumnya, swell mengalami penurunan amplitudo sewaktu menjalar dari daerah sumbernya karena energinya tersebar ke suatu daerah yang semakin luas di lautan.

Bagaimanapun, cerita ini belum selesai. Angin yang datang kemudian akan membangkitkan sebuah wind-sea yang dapat memindahkan sebagian energinya ke swell dan meningkatkan amplitudo swell tanpa mengubah panjang gelombangnya. Begitu pula, sebuah wind-sea yang berlawanan arah dapat mengurangi sebuah swell.

John Reid

Pernah bekerja di Hobart Laboratories, Division of Marine Research Tasmania, Australia

[?] Langit yang makin mendung

Mengapa awan menjadi geiap sampai hampir hitam sebelum hujan atau menjelang sebuah badai dahsyat?

Matt Bourke

Graceville, Queensland, Australia

Awan menjadi gelap dari semula putih seperti kapas tepat ketika hujan mulai jatuh karena mereka menyerap cahaya lebih banyak.

Awan dalam situasi normal tampak putih ketika cahaya yang menyentuhnya terhamburkan oleh butir-butir es yang kecil atau partikel-partikel air yang membentuknya. Bagaimanapun, ketika ukuran es dan partikel air ini meningkat—tepat sebelum awan mulai menjatuhkan hujan —penghamburan cahaya ini semakin digantikan dengan penyerapan.

Akibatnya, makin sedikit cahaya yang sampai ke mata pengamat di bumi dan awan menjadi tampak gelap.

Keith Appleyard

Dundee, Tayside, Inggris

[?] Kacamata gaya yang otomatis

Saya mempunyai sebuah kacamata dengan lensa fotokromik. Di bawah cahaya matahari Karibia yang terik kacamata ini menjadi gelap tetapi tidak seberapa. Ternyata, di bawah cahaya matahari musim dingin yang tidak terasa panas di Inggris kacamata yang sama hampir menjadi hitam. Mengapa?

Jeff Lander

Whitwick, Leicestershire, Inggris

Kami mempunyai dua macam penjelasan dalam hal ini: yang satu secara fisika, yang lain secara kimia. Tampaknya faktor kimia lebih berperan.

-Editor

Saya hanya bisa berandai-andai bahwa sang penanya mungkin hanya berjalan-jalan di Karibia, bukan berbaring agar kulitnya tak terlalu pucat. Apabila sungguh demikian, penjelasan berikut barangkali sudah memadai.

Matahari selama musim dingin di Inggris terhitung rendah, maka cahaya matahari menyentuh kacamatanya hampir tegak lurus bidang lensa. Di daerah tropika, matahari pada tengah hari hampir berada di atas kepala, maka jika ia hanya berjalan-jalan, cahaya matahari tidak menyentuh kacamatanya dengan telak. Cahaya yang mengenai lensanya hanya cahaya yang dipantulkan dari benda-benda di sekitarnya, oleh sebab itu reaksi yang diberikan oleh lapisan fotokromik pun seperlunya saja.

Charles Kluepfel

Bloomfield, New Jersey, AS

Satu informasi kecil yang lupa disebutkan oleh penjawab terdahulu adalah kaca fotokromik tidak bekerja dengan baik dalam keadaan panas. Partikel-partikel perak halida yang diperangkap dalam kaca dalam situasi normal transparan, tetapi ketika tersentuh cahaya ultraviolet, mereka terurai atau mengalami disosiasi menjadi halogen dan logam perak, yang membuat lensa menjadi gelap.

Karena kedua komponen tersebut terperangkap dalam kaca, mereka menyatu kembali sewaktu cahaya ultraviolet tak ada lagi—sewaktu Anda masuk ke dalam rumah—maka kacamata Anda transparan lagi. Reaksi rekombinasi, seperti banyak yang lain, bertambah cepat sewaktu temperatur meningkat. Karena kegelapan kacamata pada suatu saat merupakan perimbangan antara disosiasi yang disebabkan oleh cahaya ultraviolet dan reasosiasi yang peka terhadap temperatur, perlu waktu jauh lebih lama bagi radiasi ultraviolet untuk mencapai tingkat kegelapan yang sama dalam udara panas.

Alec Cawley

Newbury, Berkshire, Inggris

Bahan fotokromik peka terhadap temperatur dan lebih mudah menjadi lebih gelap dalam udara dingin. Kacamata surya saya langsung menjadi gelap pada hari yang berawan tetapi berubah sedikit saja di bawah cahaya matahari terik Florida. Kacamata ini baik bagi para penggemar ski tetapi kurang bagus bagi penggemar mandi matahari.

Saya juga menemukan, melalui pengalaman sendiri, bahwa banyak lensa fotokromik bereaksi hampir secara langsung terhadap radiasi ultraviolet tetapi tidak demikian terhadap cahaya biasa, maka mereka tidak menjadi cukup gelap di dalam sebuah mobil.

William Darlington

Bell College of Technology, Hamilton, Strathclyde, Inggris

Reaksi lensa fotokromik terhadap cahaya dipengaruhi oleh temperatur. Temperatur lebih rendah mengubah kinetika reaksi fotokimia sedemikian sehingga reaksi balik—pencerahan lensa— tertunda. Lensa fotokromik menjadi jauh lebih gelap pada temperatur rendah. Tinggal di kawasan Barat Tengah

Amerika memberi saya kondisi yang sempurna untuk eksperimen yang menguji

pengaruh temperatur.

Dengan temperatur musim panas sekitar 30 derjat C lensa fotokromik saya bereaksi dengan berubah menjadi abu-abu kebiruan, sedangkan di tengah musim dingin, pada sekitar -10 derajat C, mereka dengan cepat menjadi gelap sekali.

Lensa yang menjadi gelap saat matahari bersinar pada musim dingin terutama bermanfaat sekali untuk mengatasi silau karena melihat salju. Bagaimanapun, kacamata yang menjadi gelap ini menjadi kurang nyaman ketika kita masuk ke sebuah ruangan karena lensanya memerlukan waktu sampai kira-kira 10 menit untuk normal kembali.

Barry Timms

University of South Dakota, Vermillion, AS

8. Seputar Transportasi

[?] Lampu lalu lintas

Mengapa urutan lampu berwarna pada lampu lalu lintas di seluruh dunia adalah merah, kuning, hijau, sedangkan urutan yang dianut oleh perkeretaapian (juga universal) adalah hijau, kuning, merah (untuk sinyal tiga warna)?

Roger Henry

Parkes, New South Wales, Australia

Perbedaan antara lampu isyarat di jalan raya dan jalan kereta api berasal dari sejarah perkeretaapian dan kesadaran orang atas keselamatan. Palang atau lengan sinyal mekanik kereta api pada awalnya dirancang sedemikian sehingga ketika sistem mengalami kegagalan, palang berada dalam posisi "bawah" yang berarti berhenti (stop). Pada malam hari sinyal terdiri atas panel-panel kaca dua warna di ujung jauh lengan sinyal, di luar titik tumpu, yang bergerak di depan sebuah lentera yang diam. Bahkan walaupun yang terletak lebih tinggi di antara kedua panel kaca itu adalah panel merah, panel inilah yang berada di depan lentera sewaktu lengan sinyal sedang di bawah, berarti stop. Ketika sinyal mekanik masih dipakai secara gabungan dengan sinyal listrik yang baru, yang belakangan terpaksa disesuaikan dengan yang lama.

Oleh sebab itu, sinyal listrik berwarna merah di paling bawah sehingga masinis kereta api selalu membaca posisi bawah sebagai perintah untuk berhenti.

Lampu lalu lintas langsung bekerja menggunakan listrik maka rancangan dibuat sedemikian supaya lampu paling penting, merah, dapat terlihat dari jarak sejauh-jauhnya. Berarti lampu merah harus diletakkan paling tinggi. Selain itu, visibilitas sinyal kereta api lebih penting. Letak sinyal kereta api ditentukan melalui pemilihan yang cermat.

Gerald Dorey

Oxford, Inggris

Gerald Dorey hanya betul sebagian dalam penjelasan sejarahnya untuk urutan lampu sinyal kereta api. Sesungguhnya, ia melewatkan kenyataan bahwa di sebagian besar Inggris orang pernah menggunakan sistem sinyal semafor kuadran bawah (lower quadrant semaphore), dengan palang horizontal berarti berbahaya dan 45 derajat ke arah bawah berarti aman. Dalam sinyal ini lampu merah berada paling atas.

Alasan utama lampu merah ditaruh di bawah dalam instalasi sinyal modern Inggris adalah cuaca. Guna memastikan visibilitas dalam cuaca panas terik, tiap lampu warna dilengkapi dengan tudung di atasnya. Bagaimanapun, selama musim dingin, salju dapat bertumpuk di atas tudung dan membuat lampu di atasnya tidak kelihatan. Dengan berada paling bawah, lampu merah yang paling penting demi keamanan tidak akan tertutup oleh salju dari tudung lampu di sebelah bawahnya. Jadi lampu merah tidak akan terhalang.

Vincent Luthart

London, Inggris

Sinyal mekanik atau sinyal semafor terdiri atas dua macam. Pada tipe kuadran bawah yang lama, lengan sinyal bergerak ke bawah dari titik tumpunya untuk menunjukkan bahwa jalan di depan aman atau hijau, dikembalikan ke posisi horizontal menggunakan sebuah beban pengimbang (counterweight), dan kaca lampu disusun dengan warna merah di sebelah atas warna hijau. Pada tipe kuadran atas yang baru, lengan sinyal diangkat ke atas untuk memberikan isyarat aman, dan kembali ke bawah menggunakan beratnya sendiri (seperti dalam adegan film klasik The Lady Kiiiers) dan kaca-kaca lampu diletakkan berdampingan. Merah terletak lebih dekat titik tumpu sedangkan hijau terletak di sisi luar.

Pada keduanya, lengan horizontal berarti stop tetapi isyarat bebas atau aman diberikan dengan gerak sinyal yang berbeda.

Lengan sinyal berwarna merah selalu digunakan untuk sinyal berhenti (stop signal) yang utama, tetapi sebelum sinyal ini biasanya ada sebuah sinyal peringatan (distant signal) yang bekerja dengan cara sama. Bagaimanapun, lengan pada sinyal peringatan serta kaca lampunya berwarna kuning, bukan merah, dan pengaktifan sinyal ini berarti sebuah izin untuk "lewat tetapi tetap waspada."

Pengaturan lampu warna dalam sistem sinyal muitiple aspect tidak terkait dengan posisi lengan pada sinyal mekanik. Merah ditaruh di bawah hanya karena posisi ini paling dekat dengan mata masinis; kuning di atasnya, kemudian hijau dan, dalam sinyal four aspect, lampu kuning kedua berada paling atas, di atas lampu hijau.

C. C.Thornburn

Aston University, Birmingham, Inggris

Pengguna jalan tidak harus menjalani uji buta warna, dan karena itu posisi lampu merah, kuning dan hijau harus selalu sama, sehingga isyarat lampu dapat dikenali melalui posisinya, selain melalui warna. Sinyal seperti ini biasanya ditempatkan di lokasi-lokasi yang memberlakukan batas kecepatan dan, karena kemampuan pengereman ban-ban modern, pengemudi masih bisa berhenti dengan aman bahkan setelah mengenali isyarat merah hanya melalui posisinya.

Masinis kereta api, yang secara teratur menjalani uji buta warna, harus bereaksi terhadap sinyal-sinyal dari jarak yang sangat jauh guna memastikan agar kereta api dapat berhenti pada waktunya. Di jalur-jalur utama isyarat yang diberikan harus dapat diidentifikasi secara tepat sejak masih jauh sekali, yang tidak memungkinkan masinis mengetahui isyarat itu dari posisinya, maka ia harus hanya mengandalkan isyarat warna.

Pertanyaan yang telah diajukan sesungguhnya kurang tepat sebab tak ada aturan universal di perkeretaapian yang menentukan hijau di atas kuning dan kuning di atas merah. Di masa lampau, sebagian sinyal hanya terdiri atas sebuah lampu dan sinyal warna diberikan dengan memasang filter warna pada lengan sinyal di depan sebuah lampu. Aturan yang konsisten soal tataletak sinyal dengan lensa multiwarna adalah bahwa lampu yang menunjukkan isyarat merah dipasang paling dekat dengan garis pandang masinis. Oleh sebab itu, di beberapa tempat mungkin merah diposisikan paling atas, sama seperti pada lampu lalu lintas.

Pada jalur-jalur kecepatan tinggi, orang merasa perlu memberikan dua isyarat kuning, yang merupakan isyarat awal sebelum pemberian isyarat kuning kedua untuk waspada. Ketika lampu tersebut menyala, kereta api masih harus menempuh sekitar satu kilometer sebelum isyarat merah diberikan agar kereta api berhenti. Dalam hal ini masinis harus melihat dua buah sinyal waspada sebelum melihat sinyal merah yang berarti harus berhenti. Isyarat kuning rangkap ini biasanya terdiri atas dua buah lampu kuning yang dipisahkan oleh sebuah lampu hijau, maksudnya supaya keterpisahannya jelas kendati dilihat dari jarak sangat jauh.

P. W. B. Semmens

York, Inggris

[?] Situasi yang dipengaruhi tekanan

Kita semua pasti akrab dengan situasi ketika telinga terasa plong sewaktu pesawat yang kita tumpangi tinggal landas atau mendarat. Ini disebabkan oleh perubahan tekanan. Mengingat kabin pesawat adalah sebuah ruang tertutup yang sengaja diberi tekanan, mengapa tekanan di dalam situ tidak berada pada suatu nilai yang tetap selama seluruh perjalanan ?

Craig Lindsay

Aberdeen, Inggris

Demi alasan penghematan bahan bakar, pesawat penumpang sipil ukuran besar harus terbang di ketinggian yang jauh dari menyehatkan bagi manusia hidup. Sementara 5500 meter merupakan ketinggian maksimum seseorang dapat hidup selama beberapa waktu, sebuah pesawat jet penumpang berkecepatan subsonik akan paling hemat bahan bakar ketika terbang pada ketinggian kira-kira 12.000 meter.

Oleh sebab itu pabrik pesawat terbang tidak mempunyai pilihan selain sengaja memberi tekanan pada bagian dalam sebuah pesawat penumpang. Ini menghadirkan sebuah masalah teknik yang besar.

Pada ketinggian 12.000 meter, dengan tekanan kira-kira hanya satu per lima tekanan di permukaan air laut, tekanan dalam kabin penumpang cenderung membuat badan pesawat ingin meledak. Dalam hal ini rangka badan pesawat (fuselage) harus diusahakan berada dalam batas-batas yang aman, baik karena tekanan dari dalam maupun karena tekanantekanan dan peregangan dari luar selama penerbangan. Akan jauh lebih mudah andai perbedaan tekanan antara di dalam dan di luar pesawat diusahakan sesedikit mungkin sehingga struktur badan pesawat bisa lebih murah dan lebih ringan.

Bagi awak penerbangan sipil ini berarti tekanan di dalam pesawat selama penerbangan diusahakan berada di tingkat paling rendah namun tetap aman yakni setara tekanan pada ketinggian 2500 meter. Ini kurang lebih sama dengan ketinggian maksimum yang dapat dialami oleh orang normal yang sehat tanpa menjadi sakit. Kendatipun demikian, orang kurang sehat, yang menderita gangguan pernapasan serta mereka yang kebanyakan mencicipi minuman bebas pajak barangkali masih bisa merasa sakit.

Di luar ini masih ada sebuah masalah lain: semua lapangan terbang tidak berada pada ketinggian yang sama. Dalam kasus yang ekstrem, sebuah penerbangan dari Heathrow di Inggris ke La Paz di Bolivia sama dengan pergi dari ketinggian muka laut ke ketinggian sekitar 5200 meter, dengan tekanan udara kira-kira hanya separo tekanan udara London. Dalam situasi begini mempertahankan tekanan udara di

tingkat yang sama selama penerbangan belum cukup. Bayangkan yang akan terjadi andai tekanan di dalam pesawat berbeda dari tekanan di luar pesawat sewaktu pintu dibuka: efeknya akan sangat menghebohkan dan paling tidak diinginkan.

Sedangkan untuk telinga yang tiba-tiba terasa plong, kini, "demi keselamatan dan kenyamanan Anda," tekanan udara kabin secara bertahap dikurangi, di bawah kendali komputer, sewaktu pesawat mendaki. Selanjutnya tekanan udara kabin secara bertahap dinaikkan (atau dikurangi, dalam kasus La Paz atau lapangan terbang di dataran tinggi lain) selama pesawat turun maka, ketika akhirnya pesawat berhenti di landasan pacu, tekanan di dalam dan di luar tidak berbeda. Ini biasanya cukup bagi telinga Anda untuk menyesuaikan diri, tetapi andai gagal, pijit hidung Anda lalu pelanpelan tetapi kuat naikkan tekanan dalam rongga hidung sampai Anda merasa tekanan menjadi sama.

Terence Hollingworth

Blagnac, Prancis

Keuntungan terbang dengan Concorde adalah badan pesawatnya luar biasa kokoh untuk terbang pada ketinggian sangat tinggi, maka tekanan kabin tidak harus dikurangi sampai lebih rendah dari tekanan di ketinggian 900 meter.

Arthur Cox

Alton, Hampshire, Inggris

[?] Logam juga bisa lelah

Mengapa jendela di lambung sebuah kapal bundar? Dan kapan desain seperti ini dimulai?

Campbell Munro

Oban, Strathclyde, Inggris

Saya mengandaikan bahwa koresponden Anda mengacu ke gambar-gambar buku-buku lama tentang kapal kayu, dengan porthole (biasanya lubang untuk meriam) berbentuk bujur sangkar atau persegi panjang, dan penasaran karena lubang seperti itu di kapal yang terbuat dari baja berbentuk lingkaran.

Sewaktu kapal masih dibuat dari kayu, bahan ini berserat dan cukup lentur (kapal kayu mengeluarkan bunyi berderak-derik ketika dihantam ombak karena sifat kayu yang lentur). Kendatipun demikian, kayu— terutama kayu basah—sangat tahan terhadap fatigue stress. Cobalah mematahkan kayu willow yang basah dengan melengkungkannya bolak-balik dan berulang-ulang, kemudian lakukan proses yang sama terhadap batang atau papan baja lunak berukuran sama. Logam besi (sesungguhnya, kebanyakan logam), rentan sekali terhadap crystalline fracture akibat perubahanperubahan terhadap struktur butirannya setelah mengalami stres bolak-balik yang berulang-ulang. Efek ini bergantung pada ukuran penampang, perlakuan panas, kandungan karbon, dan kehadiran unsur penguat lain (alloying elements).

Menjelang akhir abad kesembilan belas, lambung kapal dari baja menjadi umum untuk kapal-kapal dagang, dan tak lama kemudian untuk kapal-kapal perang. Arsitek-arsitek kapal dengan cukup cepat menemukan bahwa lubang persegi panjang atau bujur sangkar pada kapal, entah pada geladak (disebut hatch) atau di lambung (disebut porthole) adalah sumber metal fatigue, yang dimulai dari sudut-sudutnya.

Lambung atau geladak kapal akhirnya akan koyak, akibat pelengkungan berulang-ulang oleh gelombang laut; makin ganas ombak di lautan yang biasa dijalani, makin besar tingkat stres yang dialami. Cerita dari awak-awak kapal yang selamat menegaskan bahwa kapal mereka luluh lantak dimulai dari jendela dan lubang-lubang persegi sewaktu dihantam ombak ganas bertubi-tubi. Dari sini para arsitek kapal merancang lubang-lubang berbentuk lingkaran, baik untuk jendela maupun lubang-lubang geladak. Bentuk ini tidak menyediakan tempat yang memungkinkan stres terkonsentrasi di sudut-sudut yang tajam.

David Lord

Aldershot, Hampshire, Inggris

[?] Brak!

Paradoks berikut telah membuat saya bingung sejak saya masih kanak-kanak. Seekor lalat terbang berlawanan arah dengan sebuah kereta api yang sedang bergerak. Lalat itu bertumbukan langsung dengan kereta api. Sewaktu lalat menghantam bagian depan kereta api, arahnya langsung berubah 180 derajat, karena yang ditumbuknya adalah kaca depan dan selanjutnya ia tetap melaju bersama kereta api dalam wujud noda kecil yang masih basah.

Ketika tumbukan itu terjadi, pastilah barang sesaat ia berhenti dahulu sebelum akhirnya ia melaju bersama kereta api.

Dengan kata lain lalat tadi menghentikan kereta api. Adakah yang bisa memberikan penjelasan masuk akal bahwa ini sungguh terjadi?

Geoff Fleet

Evanston, Illinois, AS

Anda benar. Seekor lalat sungguh menghentikan sebuah kereta api, tetapi tidak seluruh kereta api, hanya di suatu bagian kecil tempat lalat mengalami kontak dengan benda raksasa ini, dan itu tidak lama. Semua benda, betapa pun kaku kelihatannya, sampai batas tertentu memiliki kelenturan. Maka kaca depan kereta api, sewaktu dihantam oleh lalat, sebetulnya mundur, tetapi sedikit sekali. Artinya, sepotong kecil bagian kereta itu untuk sesaat tidak hanya berhenti tetapi sungguh bergerak ke belakang. Perlu gaya yang besar untuk melakukan ini (kaca kereta api memiliki kekakuan yang tinggi) tetapi harus diingat bahwa gaya dalam tumbukan mana pun pada dasarnya sangat besar.

Gaya yang dikerahkan oleh lalat pada kereta api sama besar dengan gaya yang dikerahkan oleh kereta api pada lalat—sebuah gaya yang besar. Dan gaya sebesar itu yang bekerja pada seekor lalat bermassa kecil menyebabkan sebuah perubahan percepatan yang besar sekali. Sesungguhnya perubahan percepatan lalat begitu besar karena membuat lalat mengalami percepatan sedemikian sehingga mencapai kecepatan yang sama dengan kereta api hanya dalam waktu sangat singkat sejak kaca depan mengalami defleksi. Setelah lalat mencapai kecepatan yang sama, kaca depan seperti pegas berusaha kembali ke bentuk semula. Karena daya pegas yang kuat sekali kaca depan lewat dari posisi semula maka ia mundur kembali dan ini terjadi berulang-ulang membentuk sebuah vibrasi. Vibrasi ini menimbulkan bunyi yang kita dengar pada saat lalat menghantam kaca.

Peristiwa yang sederhana ini menjadi rumit karena faktor-faktor seperti lumatnya tubuh lalat dan efek inersia yang terjadi dalam kaca, tetapi setidaknya ini menunjukkan prinsip-prinsip fisika yang terlibat dalam hal ini.

Eric Davies
Perth, Australia Barat

Penanya benar sewaktu mengandaikan bahwa lalat, entah kapan, pastilah pernah berhenti. Akan tetapi, pada titik ini ia tidak diam terpaku di depan kereta api.

Segera setelah kaca depan kereta api menyentuh bagian depan lalat (dengan mengabaikan efek dinding udara yang terdorong di depan kereta api), lalat mengalami percepatan ke arah yang berlawanan dari arah semula. Selama selang waktu yang sangat pendek dan terbatas yang diperlukan oleh kereta api untuk mengalahkan panjang tubuh lalat, lalat mengalami kompresi dan perlambatan. Jadi, pada saat lalat dalam keadaan diam, barangkali 10 persen bagian depannya telah menjadi bubur pada kaca kereta api. Karena massanya yang jauh lebih besar kereta api tidak mengalami perubahan kecepatan selama proses ini. Pada waktu bagian depan kereta api selesai mengubah seluruh panjang lalat menjadi bubur, sekitar 2 x 10-4 detik kemudian pada kecepatan 200 kilometer per jam, lalat telah mengalami percepatan hingga mencapai kecepatan sama dengan kereta api dan terus melaju, kini dalam wujud seperti lempengan cair.

Secara lebih ilmiah, berdasarkan hukum kekekalan momentum, kereta api akan mengalami perlambatan yang sedikit sekali, maka dengan cepat ia kembali ke kecepatan semula. Sedangkan percepatan yang dialami oleh lalat, setelah dihentikan secara paksa, apabila dipercepat sebesar 200 km per jam per satu sentimeter, adalah sekitar 3 x 105 meter per detik per detik—

sekitar 30.000 g. Gaya yang dirasakan oleh seekor lalat bermassa 1 gram dan jendela adalah sekitar 300 newton.

Julian Bean
Richmond, Surrey, Inggris

Ketika kereta api menabrak lalat, sebuah bidang di permukaan kaca depan kereta api seluas beberapa nanometer persegi untuk sesaat berhenti, bidang tersebut mengalami deformasi elastik, sedangkan bagian yang lain terus melaju dengan kecepatan penuh.

Sesudah tumbukan, bagian kaca depan yang mengalami tekanan pulih kembali, mengalami percepatan lagi hingga mencapai kecepatan penuh semula, hampir tanpa tanda kerusakan (tidak seperti lalat sial yang mengalami deformasi tetapi tidak elastik).

Ini sebuah penyederhanaan yang agak berlebihan karena, dalam praktik, sebuah gelombang tekanan elastik akan menjalar ke belakang dalam kereta, dan permukaan kaca akan berosilasi sampai gerak tersebut saling menghilangkan, tetapi efek seperti itu bukan sebuah perkara penting lagi dalam hal lalat dan kereta api. Apabila massa kurang lebih setara, seperti dalam kasus tubrukan mobil, gerak-gerak tambahan dalam struktur masingmasing barangkali penting, misalnya, karena mereka bisa menentukan jenis cedera yang dialami oleh para penumpang.

M.G.Langdon
Farham, Surrey, Inggris

[?] Untung ada lubang

Belum lama ini saya terjun menggunakan parasut untuk sebuah acara amal dan

satu hal yang membuat saya tak habis pikir soal terjun payung (selain rasa ngeri karena jatuh dari suatu tempat yang tinggi sekali) adalah keberadaan lubang besar di bagian atas parasut. Untuk apa lubang itu? Sungguhkah ia membantu mengurangi hambatan yang dialami parasut?

Suzy Klein

London, Inggris

Pada masa ketika payung terjun belum dilengkapi sebuah lubang di bagian atas, jalan satu-satunya bagi udara yang terperangkap di bawah parasut adalah melalui pinggir-pinggirnya. Ini menyebabkan parasut miring dan sang peterjun terhempas ke satu sisi tanpa daya. Sewaktu payung berayun kembali, udara akan tumpah dari sisi yang berlawanan. Ini membuat peterjun terombang-ambing seperti bandul yang berayun ke depan ke belakang (perhatikan film dokumenter pasukan peterjun payung dari zaman Perang Dunia Kedua, Anda akan melihat efek seperti ini). Sebagaimana dapat Anda bayangkan, menyentuh bumi dalam keadaan terombang-ambing sangat berbahaya, terutama ketika angin berhembus dengan kencang. Lubang ventilasi (apex vent), memungkinkan udara pelanpelan keluar dari bagian atas parasut.

Ini mengurangi gerak terombang-ambing dan menjadikan pendaratan jauh lebih aman. Manfaat lain apex vent adalah memperlambat proses pembukaan payung. Tanpa ventilasi, udara mengisi payung dengan gerakan yang menyentak, selain parasut bisa rusak, rasa sakit yang diderita bisa membuat peterjun mengeluarkan air mata.

Paul Dear

Cambridge, Inggris

[?] Kecil dan kurang tinggi

Mengapa pesawat terbang memiliki jendela begitu kecil, dan mengapa posisinya begitu rendah di badan pesawat sehingga kebanyakan orang harus membungkuk untuk melihat pesawat lain yang sedang diparkir?

Timothy Kouloumpas

New York, AS

Seperti banyak hal yang terkait dengan rancangan pesawat terbang, penataan akhir bermacam-macam bagiannya didasarkan pada serangkaian kompromi. Tugas seorang perancang pesawat akan jauh lebih mudah andai jendela tidak usah dibuat, tetapi rupanya unsur yang satu ini tetap harus ada.

Inggris kehilangan peluangnya untuk berjaya dalam industri pesawat penumpang jet ketika pengembangan de Havilland Comet dalam tahun 1950-an mengalami hambatan akibat serangkaian kecelakaan pesawatnya, antara lain karena metal fatigue di sekitar jendela yang mengantar ke kegagalan struktur.

Sementara jendela tetap sebuah bagian yang diterima dalam rancangan pesawat terbang, unsur ini harus dibuat sekecil mungkin. Dewasa ini umumnya jendela mempunyai tinggi 33 sentimeter. Jendela harus terdiri atas tiga bidang: dua bidang penahan tekanan dan sebuah lapisan interior untuk mencegah penumpang sengaja atau tidak sengaja merusak bidang yang vital.

Bidang-bidang kaca tadi dipasang pada sebuah bingkai yang disekat dengan rapat ke struktur pesawat.

Tentu saja, jendela seperti ini menjadi jauh lebih berat dan lebih mahal dibanding

lempengan aluminium yang digantikannya, dan struktur pesawat perlu diperkuat untuk mendukungnya. Semua beban tambahan ini berarti pengurangan daya muat penumpang dan barang, yang sama dengan pengurangan pendapatan potensial perusahaan penerbangan.

Jendela juga menuntut perawatan. Selain bisa tergores dan pecah, mereka pun dapat menjadi sumber kebocoran udara bertekanan dari dalam kabin selain dapat mengalami pengembunan dan pembentukan es.

Posisi jendela bervariasi menurut jenis pesawat tetapi para perancang pada umumnya mencoba menempatkan mereka pada garis sedikit lebih rendah dari garis mata sewaktu penumpang duduk.

Ketika masih didarat barangkali letak jendela ini terlalu rendah, tetapi sewaktu terbang penumpang dapat lebih menikmati panorama daratan. Tidak banyak keuntungan dari penempatan jendela lebih tinggi. Karena tempat duduk penumpang ditaruh di bagian paling lebar badan pesawat yang memiliki penampang melintang lingkaran atau elips, jendela tinggi akan membentuk sudut sekitar 10 atau 15 derajat ke arah atas. Dalam posisi ini pemandangan yang dapat dilihat oleh penumpang sewaktu terbang hanya langit. Selain itu, jika bagian atas jendela lebih tinggi dari garis mata penumpang akan mengalami silau karena cahaya matahari selama penerbangan siang hari. Akibatnya penumpang akan menarik tirai, dan perancang pesawat akan kecewa mengingat pengorbanan yang begitu banyak demi kehadiran setiap jendela.

Ada baiknya jika jendela dibuat lebih dalam, tetapi, seperti telah dikatakan, penambahan berat akan menjadikannya tidak praktis.

Kita juga harus ingat bahwa setiap pesawat terbang sipil yang terbang pada hari ini dirancang sekurangnya sepuluh tahun silam, dan sebagian sesungguhnya sudah mulai muncul di papan gambar 40

tahun yang lalu. Selama rentang waktu ini orang telah berubah, begitu pula rancangan kursi. Ketika pesawat akhirnya dibuat, rancangan struktur—termasuk posisi jendela—sudah tetap dan garis jendela secara tradisi telah digunakan sebagai breaking point yang terbaik untuk menyambung-nyambung cangkang badan pesawat menjadi satu. Posisi ini telah ditentukan, dan urutan produksi dalam proses ban berjalan telah dirancang dengan perkakasperkakas yang sesuai, berarti sebuah perubahan bisa menjadi sangat mahal.

Sementara itu, postur tubuh orang makin lama makin besar. Perancang harus menggunakan yang dikenal sebagai "kriteria Dreyfuss" untuk menetapkan ukuran kursi. Kriteria ini terus berubah, tetapi perancang biasanya akan membuat tempat duduk pesawat yang cukup besar untuk dipakai oleh 95 persen laki-laki Amerika. Apabila Anda kelewat jangkung, ini akan membuat jendela makin terlalu rendah bagi Anda—dan orang umumnya lebih tinggi daripada generasi terdahulu.

Akhirnya, kecenderungan transportasi udara belakangan ini adalah beralih dari tata letak yang serba lega ke penyediaan kursi sebanyak mungkin. Dalam hal ini, dengan jarak antarkursi makin kecil supaya dapat menampung penumpang sebanyak-banyaknya, dudukan kursi harus dibuat lebih tinggi supaya penumpang di belakang dapat meluruskan kakinya ke kolong kursi di depan. Ini dengan sendirinya menjadikan posisi jendela tampak lebih rendah lagi daripada sebelumnya.

Terence Hollingworth

Blagnac, Prancis

Jendela pesawat terbang dibuat kecil supaya secara struktur pesawat lebih aman. Pesawat jet penumpang berukuran besar pertama, de Havilland Comet, memiliki jendela persegi panjang yang besar sehingga penumpang dapat lebih leluasa menikmati pemandangan. Akan tetapi setelah dioperasikan selama beberapa tahun, pesawat ini mulai sering mengalami kecelakaan selama penerbangan.

Guna mengetahui penyebabnya, de Havilland menaruh sebuah Comet baru dalam sebuah tangki air besar kemudian secara bergantian dan berulang-ulang memberinya tekanan dan sebaliknya sebagai simulasi kondisi penerbangan. Sesudah perlakuan yang setara dengan pengoperasian selama dua tahun (yang dalam eksperimen ini hanya memerlukan beberapa pekan dalam tangki air), cangkang pesawat diketahui mengalami kerusakan di sudut atas salah satu jendela besarnya, yang apabila di udara dapat memicu sebuah ledakan dahsyat.

Jendela harus dirancang ulang dan akhirnya orang menemukan rancangan dengan jendela kecil, bundar, serta penempatannya yang rendah di badan pesawat. Ini terbukti berhasil mengatasi masalah maka posisi jendela tetap seperti sekarang.

Mike Burns

Wellington College

Crowthorne, Berkshire, Inggris

[?] Di tikungan

Sewaktu berkendara, mengapa roda kemudi sebuah mobii menjadi lurus dengan sendirinya meskipun kita melepaskan tangan sehabis berbeiok? Ini tidak terjadi pada mobil-mobilan teman saya yang terbuat dari Lego.

Clare Sudbery

Manchester, Inggris

Kecenderungan kemudi mobil kembali ke posisi lurus disebabkan oleh efek caster yang dialami oleh rodaroda depan. Efek ini tampak lebih jelas pada kereta belanja di toko swalayan dengan sumbu vertikal terletak di depan titik kontak antara roda dan lantai. Apabila Anda mendorong kereta sewaktu roda-roda tidak lurus dengan arah gerak kereta, rodaroda akan menyesuaikan diri karena gaya hambat (drag force) oleh lantai terhadap roda.

Penjelasan lengkapnya adalah bahwa ketika kereta belanja bergerak ke depan, gaya hambat yang dikerahkan oleh lantai kepada roda selalu berlawanan arah dengan gerak relatif (atau slip) antara roda dan lantai.

Kecuali roda-roda sedang searah dengan gerak kereta, gaya hambat tidak akan melalui sumbu vertikal, karena itu gaya hambat menghasilkan sebuah momen putar terhadap sumbu tadi yang selalu bekerja dengan tujuan mengembalikan roda ke arah yang sesuai.

Pada sebuah mobil, efek yang sama diperoleh dengan memiringkan sumbu kemudi dan memastikan agar titik perpotongan sumbu itu dengan tanah lebih depan dibanding titik kontak roda dengan tanah. Begitu pula dengan sepeda, seperti yang dapat Anda lihat jika Anda memegang sebuah tangkai sapu lurus dengan sumbu kemudi sepeda sedemikian sehingga tangkai sapu menyentuh tanah. Anda akan melihat bahwa titik ini tepat berada di depan titik kontak antara roda dan tanah.

Anda dapat memeragakan efek caster pada sebuah sepeda dengan mendorong sepeda ke depan atau belakang pada sadelnya sewaktu batang kemudi dibiarkan bebas. Ketika berjalan lurus, sepeda dengan mudah didorong dengan lintasan yang

relatif lurus.

Bagaimanapun, dorongan ke belakang hampir tidak mungkin seperti itu karena roda depan selalu mencoba berputar 180

derajat sama seperti roda-roda kereta belanja ketika Anda mendorongnya. Anda juga akan menemukan bahwa sewaktu memundurkan sebuah mobil roda kemudi kehilangan kecenderungannya untuk kembali ke posisi tengah.

Bill Laughton

Southampton, Hampshire, Inggris

[?] Hei, ini atas atau bawah?

Seluruh kelas, termasuk guru matematika, bingung. Kami tidak dapat menjelaskan mengapa sebuah pesawat terbang dapat terbang terbalik tanpa jatuh ke bumi. Kami tahu bahwa sayap dirancang untuk menyediakan gaya angkat ke atas ketika pesawat sedang terbang

horizontal. Bagaimanapun, ketika pesawat terbang terbalik seperti yang dikerjakan oleh pesawat tempur, jelas gaya ke atas bekerja terbalik dan seharusnya

membuatnya jatuh ke bumi. Dalam kenyataan banyak pesawat kecil mampu mempertahankan posisi terbalik cukup lama. Bagaimana cara mereka melakukannya?

Nik Yusokk

London, Inggris

Walaupun bentuk aerofoil sayap pesawat menghasilkan sebagian gaya angkat dalam penerbangan yang normal, faktor yang lebih penting adalah sudut terjang atau angle of attack— yakni sudut ketika sayap menyongsong udara.

Sayap sebuah pesawat terbang biasanya miring sekitar 4 derajat terhadap horizontal apabila diperbandingkan dengan bagian badan pesawat. Ini disebut sudut tali busur sayap (chord angle of the wing).

Maka bahkan ketika badan pesawat sedang rata, sudut terjang terhadap udara di depan adalah 4 derajat. Ini menghasilkan gaya angkat sama seperti ketika tangan Anda mengalami gaya ke atas karena memasangnya sekitar 45 derajat terhadap horizontal di depan sebuah aliran udara yang kencang. Tangan Anda tidak memiliki penampang sebuah aerofoil tetapi Anda tetap merasakan gaya angkat karena sudut terjang telapak tangan Anda terhadap angin yang bertiup.

Prinsip inilah yang memungkinkan sebuah pesawat terbang secara terbalik. Dalam hal ini hidung pesawat agak naik sedikit daripada dalam penerbangan biasa karena pesawat harus mengatasi sudut tali busur sayapnya. Akan tetapi jika sudut terjang sayap positif dibanding aliran udara relatif di atas sayap, gaya ke atas akan masih dihasilkan. Gaya angkah inilah yang mengatasi gaya desak ke bawah akibat bentuk sayap, dan karena itu membuat pesawat tetap mengudara.

Masalah lebih besar yang perlu diwaspadai oleh pilot ketika sedang terbang terbalik adalah risiko mesin berhenti bekerja, sebab baik sistem pelumasan maupun sistem bahan bakar pada kebanyakan pesawat ringan biasanya bekerja mengandalkan gravitasi. Terbang terbalik dapat dengan mudah membuat pasokan bahan bakar terhenti karena katup yang biasa memasok bahan bakar ke mesin tiba-tiba harus berada di sebelah atas.

Mark Mobley

Bristol, Inggris

[?] Air raksa, berguna tapi berbahaya

Pada sebuah penerbangan baru-baru ini, saya secara iseng membaca sebuah daftar barang-barang yang dilarang dibawa naik ke pesawat. Saya terkejut ketika melihat bahwa saya tidak boleh membawa termometer air raksa. Apa sebabnya gerangan?

Rick Eraho

Cleckheaton, West Yorkshire, Inggris

Pesawat terdiri atas bagian-bagian yang sebagian besar terbuat dari aluminium dan, yang mengejutkan, air raksa yang sangat sedikit pun dapat merusak aluminium dalam jumlah besar. Walaupun kelihatannya mempunyai sifat lembam, sesungguhnya aluminium logam yang cukup reaktif dan suka sekali bergabung dengan oksigen di udara. Untungnya reaksi ini dengan cepat menghasilkan sebuah lapisan oksida tipis namun kuat yang menghalangi serangan lebih lanjut. Melalui proses anodising orang sengaja membuat lapisan ini cukup tebal untuk melindunginya.

Air raksa memiliki kemampuan merusak lapisan oksida pelindung ini, dan hasilnya bisa luar biasa. Ia mampu melarutkan aluminium untuk membentuk amalgam yang bisa memecah lapisan oksida dari bawah —biasanya karena sudah ada retak kecil pada lapisan oksida.

Dahulu seorang teknisi yang bekerja pada saya menumpahkan beberapa gumpal air raksa ke bangku kayu yang pinggirnya dilindungi dengan lempengan aluminium. Esok paginya lubang-lubang besar telah terbentuk pada logam aluminium, dan sebagai ganti ada gundukan-gundukan aluminium oksida yang sangat rapuh dan tumbuh terus seperti karang, sementara kayu di dekat situ hangus.

Dahulu orang sangat menyukai percobaan kimia yang menarik ini tetapi sekarang mereka sadar bahwa sebagai racun air raksa tidak boleh diremehkan. Pada suatu ketika seorang penumpang di depan saya dilarang membawa sebuah barometer ke dalam pesawat karena barometer termasuk salah satu barang dalam daftar tersebut, padahal barometer yang dibawanya bukan barometer air raksa.

Dengan susah payah saya menerangkan kepada mereka bahwa barometer yang satu ini tidak berbahaya. Mereka tidak tahu bahwa yang berbahaya adalah air raksa, bukan semua barometer. Saya ragu apakah mereka tahu bahwa altimeter yang digunakan untuk mengukur ketinggian terbang pesawat pun sebuah barometer...

Harvey Rutt

Department of Electronics and Computer Science University of Southampton, Inggris

Mengingat mobilitas air raksa yang cair, amalgam yang korosif bisa terbentuk sampai ke bagian dalam struktur. Pesawat terbang yang telah ketumpahan air raksa harus dikarantina sampai amalgam (campuran air raksa dengan logam lain) yang terjadi muncul dengan jelas. Akhirnya, pesawat tersebut kemungkinan harus dipensiunkan karena menurut buku teks engineering amalgam pelanpelan menyebar seperti rayap yang melahap kayu.

Rod Paris

Air Medical Limited Oxford Airport Kidlington, Oxfordshire, Inggris

Air raksa, bersama banyak bahan kimia lain yang umum, diklasifikasikan sebagai "barang-barang berbahaya" dalam regulasi internasional yang dikembangkan oleh International Civil Aviation Organization, yang merupakan bagian dari PBB. Anda tidak diizinkan membawa bahan ini, atau barang apa pun yang mengandung bahan ini, baik dalam tas tangan yang dibawa ke kabin atau dalam kopor yang ditaruh di bagasi. Pengecualian dapat diberikan untuk termometer kesehatan yang kecil asal disimpan dalam kotak yang aman dan untuk penggunaan pribadi. Andai barang-barang mengandung air raksa perlu diangkut menggunakan pesawat mereka harus didaftarkan sebagai air freight. Aturan ICAO menetapkan rincian tentang prosedur untuk membawa barang ini.

Jangan berpikir untuk mencoba-coba mengabaikan larangan ini. Di Inggris, membahayakan sebuah pesawat terbang dengan membawa barang berbahaya dapat membuat Anda dihukum dan dikenai denda yang tidak kecil berdasarkan Civil Action Act tahun 1982. Ketika sebuah pesawat terkena tumpahan air raksa, ia terpaksa dibebas tugaskan. Perusahaan penerbangan dan/atau pabrik pembuatanya barangkali akan mencoba menutup kerugian yang ditimbulkan kepada Anda atau perusahaan tempat Anda bekerja.

James Hookham

Freight Transport Association Tunbridge Wells, Kent, Inggris

[?] Eskalator

Suatu hari, daripada melamun di sebuah eskalator, saya menemukan bahwa handrail selalu bergerak dengan kecepatan berbeda dari anak tangga. Anda pasti berharap keduanya berjalan dengan kecepatan yang sama, namun tidak demikian. Mengapa?

Bernd Haupt

Nuremburg, Jerman

Anak tangga dan handrail dirancang untuk bergerak pada kecepatan yang sama karena digerakkan oleh motor listrik yang sama. Motor terhubung dengan sebuah gigi penggerak yang menggerakkan anak tangga, dan dari situ sebuah belt memutar sebuah roda yang menggerakkan handrail. Walaupun handrail idealnya bergerak pada kecepatan sama seperti anak tangga sewaktu baru dipasang, ia menjadi aus dan memanjang setelah pemakaian yang cukup lama.

Akibatnya kecepatan mereka tidak sama lagi. Pemasangan handrail yang meleset, roller yang macet, atau kotoran di permukaan penggerak Handrail, semuanya dapat memengaruhi kecepatan.

John Uys

Bellville, Afrika Selatan

Handrail dapat melaju pada kecepatan berbeda tetapi seharusnya tidak demikian. American National Standards Institute code ANSI A17.1 memersyaratkan agar laju handrail tidak berubah ketika beban seberat 444.8 newton diberikan ke arah yang berlawanan dengan arah gerak. Guna memenuhi persyaratan ini, handrail kadangkadang disetel agar bergerak sedikit lebih cepat daripada anak tangga. Eskalator yang dipasang berdasarkan ANSI A17.1-1990 code harus dilengkapi

dengan alat pemantau kecepatan handrail. Apabila kecepatan handrail berubah lebih dari 15 persen, daya yang menggerakkan motor penggerak segera dihentikan dan rem diaktifkan. Richard A. Kennedy Richard A. Kennedy & Associates Maintenance auditors for elevators and other lifting devices West Chester, Pennsylvania, AS Handrail pada sebuah eskalator digerakkan mengandalkan gaya gesekan sebuah roda karet yang dipasang di bagian dalam handrail, dan selip merupakan sesuatu yang biasa, walaupun tingkatnya berbeda-beda. Kebanyakan penyebabnya adalah kotoran yang menumpuk di bagian dalam kanvas Handrail, walaupun ini dapat dibersihkan sementara kanvas dapat dikasarkan lagi untuk mendapatkan traksi atau daya cengkeram yang lebih baik. Pemakai tangga yang menahan handrail pun membuatnya selip.

Penggerak handrail berputar lebih cepat daripada penggerak anak tangga, dengan demikian ketika dipakai kecepatan keduanya bisa sesuai. Diameter sebuah roda penggerak handrail biasanya antara 1 dan 1,2 meter, maka keausan sebanyak 2 milimeter pada roda penggerak akan menghasilkan selip sekitar 4 milimeter dibanding kecepatan anak tangga, yang hampir tidak tampak oleh mata.

Penyebab lain selip yang dialami oleh handrail adalah kegundulan pada kembang-kembang telapak ban atau bagian dalam handrail, dengan selip yang sangat dapat diramalkan. Dalam kasus-kasus lebih langka, pada buatan pabrik tertentu, rantai penggerak bisa memanjang sampai tingkat tertentu sehingga kadangkadang ada mata rantai yang melompat. Ini mengakibatkan bunyi yang tidak nyaman selain sedikit lonjakan pada handrail.

Geoffrey Wood

Canberra, Australia

British Standard EN11S: 1995 menyatakan bahwa kecepatan handrail harus sesuai dengan kecepatan anak tangga dengan toleransi sampai 2 persen. Sistem yang menggerakkan baik anak tangga maupun handrail berasal dari sumber yang sama, maka secara teori mereka seharusnya melaju dengan kecepatan sama.

Dalam praktik, sistem anak tangga, yang terdiri atas komponen-komponen dari logam yang dibuat secara presisi, memungkinkan kecepatan anak tangga dikendalikan secara lebih mudah dan lebih cermat. Sebaliknya, daya dipindahkan ke handrail melalui gesekan, dan komponen-komponen yang terbuat dari

karet serta neopren menjadikan sistem ini rentan terhadap selip dan pemuluran akibat beban serta pengurangan daya cengkeram. Faktor-faktor ini menjadikan pengendalian kecepatan handrail secara cermat lebih sulit, begitu pula pemenuhan toleransi 2 persen yang di perbolehkan dalam British Standard.

Dalam kenyataan, selip barang sedikit sesungguhnya meningkatkan tingkat keamanan seandainya ada sesuatu yang menghalangi sistem h andrail.

Bharmini Gore

Otis Limited London, Inggris

[?] Kincir air

Ketika mengendarai sebuah speedboat, mengapa kita tidak harus pindah-pindah gigi ketika mengubahubah kecepatan, seperti yang kita lakukan pada mobil?

Graham Lundegaard

Gloucester, Inggris

Sebagian powerboat mengharuskan pengemudi pindah gigi, tetapi ini pengecualian, bukan keharusan.

-**Editor**

Perbedaan antara perahu bermotor dan mobil terletak pada cara menerjemahkan daya yang dihasilkan oleh mesin menjadi gerak kendaraan. Dalam sebuah perahu mesin memutar sebuah balingbaling yang mendorong air ke belakang. Reaksi terhadap arus air yang kencang inilah yang mendorong perahu ke depan.

Apabila mesin dan baling-baling sangat berkesesuaian akan ada daya yang memadai untuk memutar balingbaling, bahkan ketika mesin bergerak lambat. Apabila perahu berukuran besar perahu memerlukan waktu lebih lama untuk percepatannya, dan kita dapat melihat aliran air yang menjauh dari buritan. Apabila lain kali Anda menumpang sebuah ferry, perhatikan air yang bergolak di bagian belakang kapal, bahkan meskipun kapal belum bergerak.

Pada sebuah mobil roda-roda dapat berputar hanya apabila mobil bergerak—yang berbeda sekali dengan ferry— tetapi perlu daya besar sekali untuk percepatan dari keadaan diam. Sayangnya, motor pembakaran dalam (internal combustion engine) tidak membangkitkan daya yang memadai ketika perputarannya lambat, maka andai mesin dihubungkan dengan roda tanpa perangkat roda gigi (gearbox), inersia kendaraan akan membuat mesin mati (stail). Perangkat roda gigi memungkinkan mesin berputar dengan cepat, untuk membangkitkan daya, bahkan ketika roda bergerak dengan lambat. Kalau bukan karena kejeniusan perancang perangkat roda gigi dan kopeling (clutch), motor pembakaran dalam tak akan memiliki masa depan di dunia kendaraan bermotor. Sebaliknya, motor uap (steam engine) mampu membangkitkan daya yang kuat sekali untuk menggerakkan lokomotif uap dari keadaan diam meskipun tidak melalui perangkat roda gigi.

Di permukaan yang longgar, misalnya di pasir, roda mobil pun dapat berputar tanpa membuat mobil bergerak. Ini kurang lebih sama seperti yang dialami oleh ferry, dalam rti apasir terlempar ke belakang akibat putaran roda. Bagaimanapun, karena tidak banyak pasir pengganti yang langsung datang, roda cenderung menggali ke dalam pasir sampai poros mobil terbenam.

John Gee

Aberystwyth, Dyfed, Inggris

Speedboat mengalami sebuah hambatan (drag) yang besar sekali.

Gaya yang menghambat sebuah perahu ketika kecepatan motornya sedang maksimum biasanya satu per empat berat perahu, yang kurang lebih setara dengan mobil yang harus menanjak di sebuah lereng dengan kemiringan lebih dari 25 persen. Speedboat harus menggunakan gigi rendah guna mengatasi hambatan ini, dan perangkat roda gigi muiti-speed tidak begitu berpengaruh untuk percepatan dalam laju rendah. Hambatan begitu besar sehingga pergantian gigi harus cepat sekali guna mengatasi perlambatan yang terlalu besar selama prosesnya. Karena baling-baling bisa selip dengan mudah dalam air sewaktu perahu akan berangkat, kopeling tidak diperlukan—dalam hal ini air bertindak sebagai kopeling.

Ganti gigi bisa saja dilakukan pada perahu yakni dengan mengganti baling-baling berukuran berbeda. Baling-baling ukuran besar yang putarannya lambat memungkinkan percepatan awal lebih baik selain bisa menghela beban lebih berat,

sedangkan balingbaling kecil dengan putaran kencang baik untuk melaju pada kecepatan tinggi, asalkan gelombang juga kecil sehingga hambatan tidak terlalu besar. Bagaimanapun, perbedaan gigi atau baling baling yang berguna untuk perahu tidak sebesar perbedaan pada roda gigi yang bersebelahan dalam perangkat roda gigi sebuah mobil.

Malin Dixon

Nuneaton, Warwickshire, Inggris

Laju sebuah mobil sebanding dengan perputaran mesin untuk roda gigi tertentu. Tidak demikian halnya pada perahu sebab balingbaling boleh mengalami "selip" dalam air, sedangkan ban sebuah mobil harus mencengkeram jalanan. Sampai batas tertentu, pada semua mesin peningkatan revolusi berarti peningkatan daya.

Kebanyakan kita pernah terpaksa menghentikan mobil ketika sedang melaju di gigi ketiga. Perputaran gigi ketiga jauh lebih rendah daripada perputaran gigi pertama, maka jika kita tidak pindah gigi dahulu, mesin tidak menghasilkan daya yang memadai untuk menggerakkan mobil kembali, dan mesin akan mati.

Ini menunjukkan bahwa gigi rendah penting bagi sebuah mobil untuk penyaluran daya pada kecepatan rendah. Akan tetapi jika Anda tancap gas sampai habis di sebuah perahu, baling-baling dapat berpusing dengan bebas dalam air, dan kendati putaran mesin sedang maksimal perahu dapat mulai bergerak tanpa mengalami stall. Gigi tunggal pada motor penggerak perahu dirancang sedemikian sehingga baling-baling bekerja paling efisien dalam rentang putaran mesin. Tambahan gigi dalam hal ini tidak diperlukan.

Pada perahu, daya yang tiba-tiba tidak disalurkan selama proses pindah gigi akan menghasilkan perlambatan yang besar, sebab hambatan air jauh lebih besar daripada hambatan udara atau jalan kepada mobil, maka proses pindah gigi pada perahu tidak semudah pada sebuah mobil.

David Edelman

Eltham, Victoria, Australia

9. Yang terbaik dari yang masih ada

[?] Peluru nyasar

Dalam operasi penangkapan buronan, tidak jarang polisi melakukan tembakan peringatan ke udara sebagai pemberitahuan bahwa peluru berikutnya sah untuk disarangkan ke bagian tubuh tersangka pelaku kejahatan. Masalahnya adalah: Andai laras pistol diarahkan tegak iurus ke udara sewaktu peluru meninggalkannya, berapa kira-kira ketinggian yang dapat dicapai oleh peluru serta berapa kecepatannya ketika jatuh kembali ke bumi (berikut peluangnya untuk menewaskan orang tak berdosa)?

T**oni Sudiro**

Jakarta, Indonesia

Menembakkan senjata api ke udara tidak hanya dilakukan oleh polisi. Kelompok bersenjata di berbagai kawasan genting di dunia biasa mengumbar kegembiraan atau kekesalan mereka dengan cara ini. Kematian atau cedera yang diakibatkannya cukup signifikan.

Untuk sebuah peluru modern kaliber 7,62 milimeter yang ditembakkan tegak lurus ke udara dari sebuah senapan, peluru akan memiliki kecepatan sekitar 840 meter per detik sewaktu meninggalkan moncong senapan dan akan mencapai ketinggian kirakira 2400 meter dalam sekitar 17 detik. Selanjutnya ia akan memerlukan 40 detik untuk kembali ke tanah, biasanya dengan kecepatan relatif rendah karena fenomena yang disebut kecepatan terminal atau terminal velocity (Kecepatan terminal = kecepatan konstan yang dapat dicapai oleh sebuah benda jatuh bebas ketika hambatan medium yang dilaluinya menghalangi percepatan lebih lanjut-penerjemah). Dalam lintasan balik ini peluru biasanya turun dengan bagian bawah lebih dahulu karena sesungguhnya peluru lebih stabil dalam posisi demikian ketika sedang jatuh bebas.

Bahkan dengan penembakan yang betul-betul tegak lurus, peluru dapat melenceng ke samping beberapa jauh sewaktu jatuh kembali.

Peluru akan memerlukan kira kira 8 detik di ketinggian antara 2300 dan 2400 meter dan dengan kecepatan vertikal kurang dari 40 meter per detik. Dalam keadaan demikian peluru rentan terhadap hembusan angin dari samping. Ia akan kembali ke bumi pada kecepatan kirakira 70 meter per detik.

Kedengarannya ini tidak seberapa kencang tetapi, mengingat kepala manusia terletak di sebelah atas, kematian dan cedera serius yang dapat ditimbulkan oleh peluru nyasar cukup tinggi.

Kematian akibat peluru nyasar bisa lima kali lebih banyak daripada kematian akibat tembakan langsung. Perlu diakui bahwa pengukuran peristiwa ini agak sulit dan hargaharga di atas berasal dari model komputer untuk lintasan peluru.

Sam Ellis dan Gerry Moss

Royal Military College of Science

Swindon, Wiltshire, Inggris

Tipe peluru berbeda memiliki perilaku yang berbeda. Sebuah peluru .22LR mencapai ketinggian maksimum 1179 meter. Yang Terbaik dari Yang Masih Ada dan kecepatan terminal entah 60 meter per detik atau 43 meter per detik tergantung pada apakah peluru jatuh bawahnya dahulu atau miring. Sebuah peluru .44 magnum akan

mencapai ketinggian 1377 meter dan akan mempunyai kecepatan terminal 76 meter per detik ketika jatuh bagian bawah lebih dahulu. Sebuah peluru .30-06 akan mencapai ketinggian 3080 meter dengan kecepatan terminal 99 meter per detik. Total waktu terbang sebuah peluru .22LR adalah antara 30 dan 36 detik, sedangkan untuk peluru .03-06 adalah kirakira 58 detik. Kecepatan peluru berbeda sewaktu meninggalkan laras jauh lebih tinggi daripada kecepatan jatuh mereka. Sebuah peluru .22LR memiliki kecepatan laras (muzzle velocity) 383 meter per detik dan sebuah peluru .30-06 memiliki kecepatan laras 823 meter per detik. Menurut pengujian yang dilakukan oleh Browning pada awal abad kedua puluh dan belum lama ini oleh L. C. Haag, kecepatan peluru yang diperlukan untuk menembus kulit manusia adalah antara 45 dan 60 meter per detik, berarti masih di bawah kecepatan jatuh semua peluru. Tentu saja, cedera serius atau cedera mematikan tidak hanya karena kemampuan penetrasi kulit. Bagaimanapun, orang yang memiliki tanggung jawab tidak akan pernah menembakkan peluru ke udara di luar kecuali keadaan menuntut demikian.

Penanya sebaiknya membaca Falling buliets: terminal velocities and penetration studies, oleh L. C. Haag, Wound Ballistics Conference, April 1994, Sacramento, California.

David Maddison

Melboume, Victoria, Australia John W. Hicks, dalam bukunya The Theory of the Rifle and Rifle Shooting, menguraikan eksperimeneksperimen yang dilakukan dalam tahun 1909 oleh Mayor Hardcastle yang menembakkan sejumlah peluru senapan .303 tegak lurus ke udara di River Stour di Manningtree. Pengayuh perahunya, yang barangkali takut terkena peluru nyasar, melindungi kepalanya dengan sebuah buku yang sangat tebal.

Ternyata, tak sebutir pun peluru mendarat kurang dari 100 meter dari mereka, bahkan ada yang mendarat lebih dari 300 meter dari mereka sementara yang lain hilang entah ke mana.

Julian S. Hatcher mencatat eksperimen serupa di Florida tidak lama setelah Perang Dunia Pertama. Sebuah senapan mesin kaliber .30 dipasang berdiri tegak di tengah sebuah panggung bujur sangkar selebar kira-kira tiga meter di bagian laut dengan air sangat tenang sehingga peluru yang jatuh ke air pasti kelihatan.

Juru tembak di bawah panggung dilindungi dengan lempengan baja tahan peluru. Senapan mesin di atur sedemikian dengan harapan peluru-peluru yang ditembakkan akan jatuh kembali ke atas panggung.

Di antara lebih dari 500 butir peluru yang ditembakkan ke udara, hanya empat butir terjatuh kembali ke atas panggung.

Selebihnya terjatuh bergerombol sekitar 25 meter dari situ.

Peluru-peluru itu baik sampai kira-kira 300 meter sebelum jatuh kembali. Dengan total waktu terbang kirakira satu menit, kelihatan bahwa hembusan angin sangat berpengaruh terhadap lintasan peluru.

Dick Fillery

London, Inggris Waktu saya masih kanak-kanak, saya sering mengumpulkan selongsong peluru yang berasal dari senapan mesin pesawat tempur selama the Battle of Britain sebagai

koleksi. Selongsong-selongsong peluru itu turun pelan-pelan dari langit karena,

menurut saya, perbandingan antara massa dan luas permukaan mereka terlalu kecil. Bagaimanapun, selongsongselongsong peluru itu masih hangat sewaktu saya ambil.

Sehubungan dengan itu, untuk proyektil yang kecil, misalnya peluru kaliber .303, cedera yang dialami oleh seseorang ketika menjadi tempat mendarat tidak seperti luka tembak secara langsung. Kecepatan terminalnya tidak terlalu kencang. Bagaimanapun, apabila bagian tubuh yang terkena adalah kepala misalnya, orang bisa tewas karenanya.

M. W.Evans

Inzievar, Fife, Inggris

[?] Tersesat di hypermart

Dua orang terpaksa saiing mencari sewaktu keasyikan mencari kebutuhan masing-masing di sebuah toko swalayan yang besar.

Tinggi rak di toko seperti itu biasanya menghalangi pandangan bebas semua orang. Apa yang harus diperbuat? Haruskah salah seorang berhenti di tempat yang paling mudah kelihatan sementara yang lain terus mencari menyusuri setiap lorong? Bagaimana kalau keduanya sama-sama mencari di setiap lorong?

David Kafkewitz

Newark, New Jersey, Inggris

Cara terbaik barangkali adalah menunggu di pintu ke luar toko untuk berjaga terhadap kemungkinan teman Anda akhirnya menyimpulkan bahwa Anda telah pulang lebih dahulu dan memutuskan pulang. Waktu tunggu yang maksimum sejak saat saling kehilangan adalah sampai toko tutup.

Diam di satu tempat hanya berhasil apabila teman Anda tidak ikut diam. Apabila Anda berdua sama-sama diam, peluang Anda bertemu lagi hampir tidak ada, atau sekali lagi sampai toko harus ditutup.

Andai satu orang tetap di tempatnya sementara yang lain mencari, waktu maksimum sampai saling bertemu adalah waktu yang diperlukan untuk menjelajah seluruh lorong. Ini bergantung pada tataletak rak: Jika semua lorong dapat dilihat dari sebuah tempat tertentu, pencarian akan lebih mudah. Ini sama dengan rancangan penjara, yakni supaya penjaga dapat mengawasi sebanyak mungkin lorong dalam sekali lihat. Masalahnya berbeda jika tataletak rak diatur seperti sebuah benteng, dengan rancangan yang memungkinkan penghuni benteng tidak mudah ditemukan oleh musuh. Guna meningkatkan peluang ditemukan, orang yang harus diam sebaiknya berdiri di sebuah pertemuan antara beberapa lorong.

Pencarian secara acak akan dimulai dengan tiap orang bergerak dari titik awal masing-masing dengan laju sebanding dengan akar kuadrat waktu. Luas bidang pencarian tiap orang didefinisikan dengan dua lingkaran yang berpusat pada titik awal masingmasing. Agar kedua lingkaran tersebut saling tumpang tindih sehingga kedua orang yang saling mencari dapat bertemu, waktu pencarian setidaknya harus sebanding dengan kuadrat jarak pisah awal mereka. Jika ada lorong buntu dalam pencarian ini, berarti laju pergerakan berkurang dan masalah menjadi seperti gerak di sebuah kurva yang umum dengan laju makin lama makin kecil.

Stephen Massey

St Albans, Hertfordshire, Inggris

Untuk mulai menjawab pertanyaan ini, orang harus tahu dahulu apakah kedua orang ini telah membuat kesepakatan tentang yang akan diperbuat andai sampai berpisah—misalnya, siapa akan menunggu dan siapa akan mencari. Apabila mereka sepakat untuk saling mencari, masalahnya adalah sebuah versi asimetrik untuk masalah penentuan titik pertemuan (rendezvous); andai tidak demikian berarti ini versi simetrik.

Saya membahas kedua versi soal ini dalam sebuah makalah yang akan diterbitkan dalam Society for Industrial and Applied Mathematics Journal of Control and Optimization, dan beberapa kasus spesifik di daerah pencarian tertentu telah berhasil dipecahkan. Dalam semua kasus ini, dengan solusi-solusi eksak (yang memberikan waktu paling singkat atau minimax time) telah berhasil didapatkan, kedua pencari bergerak dengan kecepatan maksimum sepanjang waktu. Dalam hal ini jelas tidak optimal jika seorang pencari berhenti sementara yang lain terus mencari.

Sebagai contoh, dalam sebuah model yang disederhanakan dengan dua orang ditempatkan pada jarak tertentu, namun masingmasing tidak mengetahui arah gerak yang lain, waktu yang diperlukan oleh pencari untuk menemukan orang yang diam adalah (1 + 3) / 2 = 2 (dengan pengandaian visibilitas nol). Bagaimanapun, dengan bergerak secara optimal waktu ini dapat dikurangi menjadi 13/8.

Satu-satunya kasus yang saya ketahui ketika pencari dan penunggu bisa optimal adalah dua orang yang ditempatkan secara acak pada sebuah lingkaran, dan selanjutnya hanya ketika orang yang bersangkutan tidak tahu mana gerak searah jarum jam; pencarian pun akan optimal jika salah seorang berjalan searah jarum jam dan yang lain berjalan berlawanan arah jarum jam.

Selama ini orang mengandaikan bahwa dua orang yang sama-sama mencari akan saling menemukan hanya ketika mereka saling bertemu atau ketika mereka dapat saling melihat dalam jarak pandang tertentu. Ini berlaku untuk lorong-lorong di toko swalayan pada hari yang padat pengunjung, yakni jika jarak pandang sangat terbatas. Model untuk toko swalayan yang kosong rasanya belum pernah dibuat.

Andai ada yang tertarik dengan masalah ini, kepustakaan yang lengkap tentang topik termaksud adalah: " The rendezvous search problem," S. Alpern; " Rendezvous search on the line with distinguishable players,"

S. Alpern and S. Gal; " Rendezvous search on the line with indistinguishable players," E. Anderson and E. Essegaier. Semua makalah ini ditampilkan di SIAM Journal of Controi and Optimization dalam tahun 1995.

Steve Alpern

London School of Economics, Inggris

Saya menganjurkan Anda berjalan sepanjang deretan kasir di hypermart yang Anda kunjungi, dari ujung yang satu ke ujung yang lain. Dari situ biasanya Anda bisa melihat ke setiap lorong satu demi satu untuk melihat orang yang Anda cari. Kalau tidak berhasil, berjalan kembali ke ujung semula, sambil sesekali melihat antrian di depan setiap kasir. Kalau masih belum berhasil, pergilah ke pojok penjualan daging segar karena orang sering harus mengantri di sana. Selanjutnya pergi lagi ke barisan kasir untuk memeriksa lorong demi lorong sekali lagi.

Kalau belum berhasil juga, tidak ada salahnya meminta bantuan kepada petugas untuk minta dibuatkan pengumuman melalui pengeras suara—atau, kalau tidak mendesak, tunggu saja di pintu ke luar.

Owen Crossby

Aberystwyth, Dyfed, Inggris

[?] Bisnis kotor

Dalam film-film James Bond, orang menggunakan sebuah senjata api dengan peredam bunyi untuk menghabisi nyawa seseorang (entah baik atau jahat) secara diam-diam. Bagaimana cara kerja peredam bunyi ini?

Jeremy Charles

Chesham, Buckinghamshire, Inggris

Peredam bunyi dalam bahasa Inggris disebut silencer, sound moderator, atau suppressor dan digunakan oleh para pemburu untuk mengurangi tingkat kebisingan sewaktu senjata api ditembakkan, khususnya senjata api untuk olahraga. Peredam bunyi ini pada dasarnya tidak lebih dari serangkaian ruang dengan rancangan khusus (baffle) dalam sebuah tabung yang cukup besar dan panjang, biasanya dipasang dengan uliran di ujung laras sebuah senjata api.

Bunyi yang terjadi ketika sebuah senjata api ditembakkan terdiri atas dua komponen. Yang pertama berasal dari pemuaian secara cepat yang dialami oleh gas pendorong sewaktu meninggalkan laras. Yang kedua adalah ledakan supersonik yang ditimbulkan oleh peluru. Mengurangi tingkat kebisingan ledakan peluru supersonik sebetulnya mustahil, tetapi sebuah sound moderator yang dipasang di ujung laras sebuah senjata api mempunyai pengaruh yang signifikan dalam mengurangi noise signature yang terjadi karena alat ini mengendalikan laju pemuaian gas pendorong.

Agar sound moderator betul-betul efektif, senjata api harus menggunakan amunisi dengan proyektil yang melaju dengan kecepatan tidak melebihi kecepatan bunyi. Dalam hal ini, bunyi tembakan sangat berkurang bahkan tidak dikenali sebagai bunyi tembakan.

Peredam, suppressor, atau sound moderator tidak dapat dipasang pada sebuah revolver karena sekitar 5 persen gas pendorong yang dihasilkan masih bisa lolos dari celah di antara laras dan silinder yang berisi peluru. Akibatnya peredaman bunyi menjadi tidak efektif. Di luar ini, peredam dapat dipasang pada hampir semua jenis senjata api.

Saya pernah melihat Sten, sebuah senapan mesin ringan Perang Dunia Kedua dengan sebuah peredam yang besar dan menyatu sedang dioperasikan menggunakan amunisi subsonik yang khusus. Hasilnya mengesankan karena bunyi yang keluar dari sistem ini hanya bunyi ringan dari hentakan-hentakan logam alat pematuk.

Dalam imajinasi masyarakat umum, peredam bunyi pada senjata api dikaitkan dengan dunia agen rahasia atau bisnis kotor. Dalam kenyataan, alat ini digunakan secara luas di kalangan para pemburu yang tidak ingin mengejutkan hewan buruan atau satwa di hutan tempat mereka mencari hiburan.

Bill Harriman

The British Association for Shooting and Conservation Wexham, Clwyd, Inggris

Peredam bunyi pertama yang sukses dipatenkan dalam tahun 1910 oleh penemu Amerika Hiram P. Maxim (putra Hiram S. Maxim yang terkenal sebagai pembuat senapan mesin Maxim). Peredam buatannya termasuk tipe baffle, yang

sampai sekarang masih umum. Peredam tipe baffle terdiri atas sebuah tabung logam, biasanya dibagi menjadi dua bagian, yang dipasang di ujung laras sebuah senjata api.

Bagian pertama, yang biasanya sekitar satu per tiga panjang peredam, adalah sebuah "ruang ekspansi" tempat gas pendorong peluru bisa memuai untuk melesap sebagian energi mereka. Ruang ekspansi atau ruang pemuaian ini bisa terbuat dari tabung anyaman kawat (wire mesh), yang berfungsi menguraikan kolom gas dan mendinginkannya dengan bertindak sebagai sebuah heat sink (penyerap atau pelesap panas).

Bagian kedua terdiri atas serangkaian metal baffle, dengan sebuah lubang di bagian tengah untuk dilewati oleh peluru.

Fungsi baffle adalah secara bertahap menyimpangkan dan melambatkan aliran gas yang keluar dari ruang ekspansi, sedemikian sehingga ketika gas muncul dari peredam, aliran mereka lebih dingin, lebih lambat, dan tidak bising. Peredam bunyi pada sebuah sepeda motor bekerja dengan prinsip yang betul-betul sama.

Sudah barang tentu ada variasi dalam hal ini: ada rancangan yang secara keseluruhan terdiri atas baffle, sedangkan rancangan lain sepenuhnya berupa sebuah ruang ekspansi yang besar. Pada hakikatnya, sebuah botol minuman penyegar dari plastik dapat berfungsi sebagai peredam bunyi yang cukup efisien, yang akan bekerja sampai beberapa tembakan sebelum pecah.

Peredam bunyi biasanya bekerja paling baik menggunakan peluru dengan amunisi subsonik, sebab dalam hal ini ledakan sonik yang terjadi ketika peluru melaju lebih kencang daripada kecepatan bunyi tidak ada.

Ada pula peredam bunyi yang dirancang untuk melambatkan peluru sampai ke tingkat subsonik dengan cara membuat laras seolah-olah bocor, dengan bocoran yang disalurkan ke dalam ruang ekspansi.

Lubang bocoran tersebut memungkinkan gas tekanan tinggi yang terjadi akibat ledakan lolos dari belakang peluru sehingga tekanan berkurang dan akhirnya menurunkan kecepatan peluru.

Dalam rancangan lain, baffle dibuat dari suatu bahan elastik dengan sebuah lubang tengah yang lebih kecil daripada peluru.

Lubang pada bahan elastik ini terbuka ketika dilewati peluru namun menutup kembali setelah peluru berlalu. Dengan cara ini pengeluaran gas menjadi lambat. Tidak usah heran jika bahan elastik ini lekas aus dan bila tidak diganti dapat memengaruhi ketepatan peluru.

Tipe peredam bunyi kedua, yang tidak begitu lazim, adalah rancangan anyaman kawat. Dari luar bentuknya sama dengan ruang ekspansi seperti pada tipe baffle, tetapi baffle di sini digantikan dengan sebuah kolom anyaman kawat dengan sebuah lubang di tengah untuk peluru. Di sini, anyaman kawat bertindak sebagai penghambat kolom gas seperti dalam rancangan baffle, sambil berfungsi sebagai sebuah heat sink untuk mendinginkan gas panas dan karena itu meredam kebisingannya. Penjahat diketahui telah mengakali peredam jenis ini menggunakan bahan dengan tingkat peredaman lebih tinggi meskipun hanya untuk beberapa kali pemakaian.

Inovasi paling baru dalam teknologi peredaman bunyi tembakan adalah yang disebut wet silencer atau (wet can di Amerika).

Rancangan ini memungkinkan penggunaan air atau minyak pelumas.

Pada saat penembakan, gas panas yang memuai didinginkan, dan karena itu mengalami peredaman, dengan memindahkan panas ke dalam cairan. Wet silencer memungkinkan pembuatan rancangan yang jauh lebih kecil atau lebih kedap.

Sebuah pendekatan alternatif terhadap rancangan peredam yang sama sekali tidak menggunakan peredam di moncong senjata api telah muncul dari Rusia. Sebagai ganti mereka menggunakan selongsong (cartridge) khusus. Seperti kita ketahui mesiu dalam selongsong membuat peluru terlontar akibat dorongan gas yang meledak setelah bahan mudah terbakar di bagian pangkal (primer) terbakar oleh hantaman pemicu. Dalam hal ini, bentuk bagian leher selongsong yang khusus menyebabkan gas panas terperangkap dan mengalami peredaman pada sebuah ruang dalam senjata api.

Asal tahu saja, seniman Hollywood merdeka sekali dalam membuat rancangan artistik untuk peredam mereka. Rancangan peredam sungguhan biasanya jauh lebih besar daripada tabung sebesar cerutu seperti yang tampak dalam film-film dan biasanya tidak sulit dibongkar pasang. Sutradara yang sok pintar tidak jarang memasangkan sebuah peredam pada sebuah revolver, padahal dalam kenyataan ini mubazir karena gas masih bisa lolos dari celah-celah di antara silinder dan laras.

Akhirnya, lupakan saja bunyi seperti kentut yang keluar dari moncong pistol berperedam milik James Bond. Bunyi yang sesungguhnya kurang lebih seperti bunyi ketika kita membanting pintu mobil.

Hugh Bellars

Melalui email, tanpa alamat

[?] Uang plastik yang gagal

Kasir di pertokoan atau hotei tidak jarang menggosok-gosokkan kartu kredit atau kartu debit yang gagai ke baju yang mereka kenakan. Apakah ini ada gunanya ?

Phillip Cleaver

Nevraumont, Belgia

Dari pengalaman saya, sebuah kartu kredit atau kartu debit akan gagal digesek karena salah satu di antara tiga alasan.

Pertama, ada sesuatu yang secara permanen mengganggu lajur magnetik pada kartu sehingga komputer tidak dapat membacanya.

Dalam hal ini kasir akan harus mengetikkan nomor secara manual, dan pemilik kartu harus mengurus kartu pengganti. Kedua, mesin pembaca yang rusak sehingga tidak dapat melaksanakan tugasnya dengan baik.

Bagaimanapun, penyebab ketiga kartu tidak dapat dibaca adalah penyebab yang paling umum. Debu atau kotoran bisa saja menumpuk pada lajur magnetik kartu. Ini menyebabkan informasi yang terbaca tidak lengkap. Menggosoknya sedikit pada baju dapat menghilangkan kotoran tersebut dan, dalam sebagian besar kasus, kartu akan berhasil digesek pada kesempatan kedua.

Tak ada rahasia yang luar biasa atau ilmiah dibalik kebiasaan ini, setidaknya berdasarkan yang saya ketahui. Asalkan Anda tetap menyimpan kartu-kartu Anda dalam dompet, kartu-kartu Anda akan cukup bersih dan dapat digesek dengan sukses pada kesempatan yang pertama. Penyimpanan yang baik juga dapat menghindarkan kartu dari kerusakan yang tak dapat diperbaiki pada lajur magnetiknya.

Charlotte Dadswell

Petworth, West Sussex, Inggris

Ada satu kekurangan dari kebiasaan menggosok-gosokkan lajur magnetik

padahal ini sesuatu yang sering saya salami sebagai seorang penyelia di sebuah toko swalayan. Menggosok-gosokkan kartu kadang-kadang dapat menjadikan pembacaan lebih sulit karena muatan listrik statik yang terbentuk dapat mengganggu kerja pembaca elektronik.

Naluri orang untuk menggosok-gosokkan kartu sebagai upaya menghilangkan kotoran barangkali benar untuk jangka pendek, tetapi listrik statik yang ditambahkan ke dalamnya membuat debu lebih suka menempel ke situ.

Cissy Azar

Sydney, Australia

[?] Selamat atas kepulangan Anda...

Mengapa bumerang bisa kembali?

Adam Longley

Barry, South Glamorgan, Inggris

Sebuah bumerang seperti dua buah bilah sayap pesawat yang digabungkan menjadi satu di tengah-tengah. Senjata ini dipegang hampir tegak lurus sebelum dilemparkan. Karena berputar dengan cara begini, bilah sebelah atas sesungguhnya menjauh dari Anda lebih cepat daripada bilah sebelah bawah. Ini membuat dorongan ke samping pada bilah atas (sama seperti gaya angkat yang dialami oleh sebuah sayap pesawat) lebih kuat daripada pada bilah bawah, maka bumerang menjadi miring, sama seperti ketika seseorang mendorong Anda pada bahu, dan pola terbangnya mulai melengkung.

Begitu pula, jika Anda mengendarai sebuah sepeda kemudian mengalihkan berat tubuh Anda ke satu sisi, sepeda akan berbelok, yang akhirnya membentuk sebuah lingkaran. Bumerang berperilaku seperti ini.

Alan Chester

Sheffield, South Yorkshire, Inggris

Bumerang yang kembali ke si pelontar bekerja melalui perpaduan antara efek aerodinamik dan giroskopik. Sebuah bumerang pada dasarnya sebuah sayap berputar dengan dua buah bilah atau lebih yang berbentuk aerofoil. Karena dilemparkan dengan bidang rotasi kira-kira 20 derajat dari tegak lurus senjata ini berpusing dengan kencang (kira-kira 1-10 putaran per detik), dengan bilah atas melaju dengan arah gerak keseluruhan. Oleh sebab itu, bilah atas bergerak lebih cepat daripada bilah bawah. Bilah yang bergerak lebih cepat mengalami gaya angkat lebih besar daripada bilah yang lebih lambat.

Ini menghasilkan sebuah gaya keseluruhan yang cenderung berbelok, selain mengalami efek puntir.

Rotasi bumerang menjadikannya berperilaku seperti sebuah giroskop. Ketika efek puntir terjadi, efek giroskopik membuat bumerang berputar terhadap sebuah sumbu hampir vertikal yang berbeda. Ini terus mengubah bidang rotasi bumerang, membuatnya melayang berkeliling sampai kembali ke si pelontar.

Efek lain juga tampak dalam gerak bumerang, misalnya kecenderungannya melayang datar sewaktu kembali ke pelontar bidangnya berubah dari posisi awal yang miring 20 derajat menjadi horizontal ketika kembali. Ini disebabkan oleh sejumlah efek aerodinamik yang berpadu lagi dengan presesi giroskopik.

Efek yang paling nyata adalah bahwa bilah yang bergerak lebih dahulu membangkitkan gaya angkat lebih banyak dibanding bilah yang belakangan. Ini sekali lagi menyebabkan rotasi yang membuat bumerang berpusing ke arah bidang horizontal. Sebuah artikel oleh Felix Hess pada edisi November 1968 Scientific American menerangkan proses ini secara rinci.

Richard Kelso dan Philip Cutler

University of Adelaide, Australia Selatan

Jawab yang sederhana atas pertanyaan ini adalah bahwa kebanyakan bumerang tidak kembali dan tidak dimaksudkan untuk kembali. Orang Aborigin Australia membuat bumerang untuk berburu dan berperang, bukan untuk olahraga atau

bermain, maka di mana pun di seluruh benua Australia mereka tidak merancang bumerang yang dapat kembali ke tangan si pelontar. Bagi mereka, bumerang harus kembali ke tangan mereka bersama hewan buruan atau musuh yang berhasil mereka kalahkan.

Saya pernah melihat orang suku Warlpiri melemparkan sebuah bumerang karli dan berhasil mengenai sebuah sasaran pada jarak lebih dari 100 meter. Pengawal suku yang sudah terbiasa mampu melemparkan senjata mematikan ini dengan sangat mudah. Orang Warlpiri juga membuat wirlki (juga disebut bumerang siku atau bumerang "Angka 7"), yang khusus digunakan untuk berperang.

Di seluruh Australia, bahkan di daerah-daerah dengan penduduk yang tidak membuat bumerang, ada kebiasaan umum untuk menggunakan pasangan bumerang sebagai alat musik dalam upacara tradisional mereka. Bumerang seperti ini masih diperdagangkan untuk keperluan ritual sampai ke pelosok yang paling jauh.

Bumerang dari Australia ternyata sangat beragam. Untuk informasi lebih lengkap lihat Boomerang: Behind an Australian Icon oleh Philip Jones, diterbitkan oleh South Australian Museum.

Chips MacKinolty

Nightcliff, Northern Territory, Australia

[?] Tar ... Tar ... Tar ...

Mengapa ujung sebuah cambuk mengeluarkan bunyi seperti sebuah ledakan ?

David Innes

Farnham, Surrey, Inggris

Bunyi itu sesungguhnya sebuah ledakan sonik, ketika ujung cambuk berhasil menerobos sesuatu yang disebut sound barrier (bahasa sederhana untuk ini adalah "mampu melebihi kecepatan bunyi

penerjemah). Ini dimungkinkan karena sebuah cambuk biasanya menipis ke arah ujung. Ketika cambuk disentakkan, energi yang dikerahkan pada pangkalnya mengirimkan sebuah gelombang ke sepanjang cambuk. Gelombang tersebut merambat melalui medium dengan penampang melintang dan massa yang makin lama makin kecil.

Karena energi gelombang ini merupakan fungsi massa dan kecepatan dan karena hukum kekekalan energi mengharuskan energi gelombang tersebut tidak berubah, perubahan massa mengakibatkan peningkatan kecepatan. Alhasil,

gelombang melaju makin lama makin cepat, dan setiba di ujung kecepatannya melebihi kecepatan bunyi.

Mike Capp

Oxford, Inggris Sewaktu gelombang mencapai ujung cambuk energinya harus dilesap. Sebagian pergi ke udara dan sebagian menjadi gelombang pantulan yang kembali ke pangkal cambuk.

Ketika gelombang dari pangkal cambuk sampai ke ujung dan harus kembali lagi ke tempat semula ia mengalami sebuah percepatan yang singkat namun besar sekali. Hasilnya adalah gerak supersonik.

Andrew Plant

Lymington, Hampshire, Inggris

[?] Mengurung cahaya

Dalam sebuah praktikum fisika, guru saya menaruh sebuah lilin menyala di atas sebuah pemutar piringan hitam. Ketika piringan hitam berputar kami berharap melihat nyala lilin menghadap ke luar, ternyata sebaliknya, nyala lilin menghadap ke dalam. Guru yang paling senior pun tidak dapat menjelaskan kejadian ini.

Adakah yang bisa?

Ruth Haveland

Betws-y-coed, Gwynedd, Inggris Ya, banyak yang mampu menjawab, namun kendati jawaban yang masuk banyak, kami menemukan bahwa ternyata banyak yang harus diluruskan dahulu supaya Anda dapat memperoleh sebuah gambaran yang jelas. Pertama, di sini ada sebuah masalah besar.

-**Editor**

Reaksi pertama saya terhadap soal ini adalah tidak mempercayainya. Saya telah mencoba eksperimen ini dan, dengan cukup meyakinkan, hasilnya tidak seperti yang diceritakan. Nyala api melambai ke belakang sementara lilin bergerak berkeliling, sama seperti ketika sebuah lilin menyala Anda bawa sambil berjalan.

Gareth Kelly

Kepala Guru Fisika

Penglais School, Aberystwyth, Dyfed, Inggris Sesudah membaca pertanyaan ini saya langsung ke dapur dengan sebatang lilin dan memasangnya di atas sebuah cheeseboard yang berputar. Pada kecepatan kirakira 60 putaran per menit nyala lilin melambai ke belakang liling, tanpa kecenderungan menunjuk ke luar atau ke dalam. Belakangan saya mengulang eksperimen ini pada sebuah pemutar gramofon pada kecepatan 78 rpm, hasilnya sama. Adakah sesuatu yang saya lupakan?

John Ashton

Monmouth, Gwent, Inggris

Betul, saudara-saudara, ada sesuatu yang Anda lupakan, walaupun kami tetap menghargai pendapat dan usaha Anda. Masalahnya, sebelum eksperimen dilakukan... -**Editor**

Untuk menyaksikan efek ini, lilin harus berada dalam ruang tertutup rapat, sebab bila tidak demikian api akan melambai ke belakang. Jadi, lilin diletakkan dalam stoples kaca, dan selanjutnya stoples kaca ditaruh di pinggiran piringan hitam.

David May

Guru Fisika Hind Leys Community College Shepshed, Leicestershire, Inggris

Penyebab nyala lilin menunjuk ke dalam adalah meja yang berputar menimbulkan gaya sentrifugal meskipun lemah.

David Blake

Stirling, Inggris

Sewaktu udara dalam stoples diputar seperti dalam sebuah sentrifug, udara yang lebih padat bergerak ke arah luar dengan akibat-akibat yang dapat diramalkan.

-**Editor**

Nyala lilin membungkuk ke arah dalam piringan hitam karena alasan yang sama ketika nyala mengarah ke atas bukan ke bawah.

Gas yang terpanaskan pada nyala memiliki kerapatan lebih rendah daripada udara lebih dingin di sekelilingnya, dan udara sekitar yang lebih padat ini bergerak ke luar, memaksa nyala pindah ke dalam.

Kalau saya mau lebih rinci, saya akan mengatakan bahwa nyala lilin yang memiliki kerapatan lebih rendah mengalami percepatan lebih besar oleh gaya sentripetal yang sama. Hukum Newton mengatakan bahwa untuk gaya yang sama, hasil kali antara massa dan percepatan pun sama. Maka jika massa lebih kecil berarti percepatan harus lebih besar. Tapi untuk pembaca awam, lebih sederhana jika berpikir bahwa gaya tersebut mempunyai efek lebih besar pada udara yang lebih padat.

Sue Ann Bowling

University of Alaska, Fairbanks, Alaska, AS

Anda pun dapat berpikir berdasarkan kerangka acuan atau berdasarkan matematika.

-**Editor**

Memahami mengapa nyala lilin menunjuk ke dalam menjadi lebih mudah dengan mempertimbangkan masalah yang sama dalam sebuah kerangka acuan yang linier. Bayangkan Anda sedang berkendara dan di dalamnya terdapat sebuah balon helium yang diikat dengan seutas tali. Tiba-tiba Anda menginjak rem kuat-kuat. Apa yang terjadi pada balon? Sementara Anda terhempas ke depan melawan sabuk pengaman, balon justru ke bagian belakang mobil. Ini karena udara dalam mobil memiliki kelembaman (inersia) dan terus bergerak maju seperti Anda, sedangkan balon bereaksi dengan mengapung ke arah tekanan udara yang paling rendah, dan massa udara dengan kerapatan paling rendah adalah yang berada di bagian belakang mobil.

Begitu pula, nyala lilin adalah sesuatu yang mengapung, bentuknya merupakan

hasil interaksi yang kompleks antara lilin terbakar yang panas pada sumbu dan pemanasan udara sekitar.

Maka, nyala lilin juga mengapung ke arah tekanan yang paling rendah— yakni ke arah sumbu rotasi. Untuk menyelesaikan perbandingan, lilin, seperti kendaraan, mengalami percepatan terhadap udara di sekitar nyala, maka udara bergerak secara radial ke luar relatif terhadap lilin. Sementara itu nyala bereaksi dengan mengapung ke arah dalam.

Tom Trull

University of Tasmania, Australia

Udara dalam sebuah wadah yang tertutup akan memindahkan gas berkerapatan lebih rendah dalam nyala ke arah pusat rotasi akibat medan gaya sentripetal. Nyala akan membuat sebuah sudut dengan arah vertikal seharga arcus tangens sudut tersebut yaitu a/ g, dengan a percepatan sentripetal.

Efek ini dapat dilihat melalui sebuah balon berisi helium di sebuah mobil. Balon condong ke depan ketika mobil dipercepat, condong ke belakang ketika mobil direm, dan ke arah dalam ketika mobil menikung. Rumus yang sama berlaku. Untuk sebuah mobil yang membuat lingkaran dengan radius 20 meter pada kecepatan 50 kilometer per jam kecondongan itu akan sekitar 44 derajat.

Neil Henrikson

Recton, The James Young High School, Edinburgh, Inggris

Dan sebuah peragaan yang lebih sederhana untuk efek yang sama.

-**Editor**

Jika Anda menaruh sebuah waterpas di atas piringan hitam dengan arah ke luar dari pusatnya kemudian diputar, gelembung akan bergerak ke arah dalam. Makin tinggi kerapatan alkohol yang digunakan makin ringan gelembungnya.

Colin Siddons

Bradford, West Yorkshire, Inggris

[?] Pukulan maut

Saya sadar sekali (dengan pengalaman yang lumayan banyak dalam permainan menggunakan bola) tentang efek Magnus yang menyebabkan bola harus berpusing searah jarum jam (dilihat dari atas) supaya geraknya melengkung ke arah kanan. Begitu pula, sebuah bola yang dipukul dengan backspin akan melayang lebih lama dan seperti mengapung. Efek ini dapat terlihat pada bola sepak dari kulit, bola tenis lapangan, dan bola tenis meja. Bagaimanapun, ketika melakukan spin pada bola mainan yang terbuat dari plastik, yang terjadi adalah sebaliknya: spin searah jarum jam menghasilkan gerak melengkung ke kiri, dan backspin menyebabkan bola menukik tajam. Bola-bola ini cuma versi besar bola tenis meja, dan samasama mempunyai permukaan licin, mengapa reaksi mereka terhadap spin berlawanan?

Richard Bridgewater

Walsall, West Midlands, Inggris

Fenomena ini pernah dibahas cukup rinci dalam sebuah artikel berjudul " The seamy side of swing bowling" yang hadir di halaman 21 New Scientist edisi 21

Agustus 1993, dan paling baik jika dikaitkan dengan fenomena yang disebut " boundary-layer separation."

Ketika sebuah bola melayang di udara permukaannya tertutup oleh sebuah lapisan udara tipis yang ikut tertarik bersamanya. Di luar ini ada udara yang tidak terganggu. Antara udara yang terbawa oleh bola dan udara yang tidak terganggu terdapat sebuah lapisan tipis yang disebut lapisan batas (boundary layer). Di bagian depan bola, lapisan ini bergerak lambat. Akan tetapi dalam perjalanannya mengelilingi bola, ia makin cepat dan tekanan yang ditimbulkannya lebih sedikit (seperti dinyatakan dalam hukum Bemoulli, bahwa makin kencang aliran sebuah fluida, makin kecil tekanan yang dikerahkannya).

Biasanya, lapisan batas terpisah dari permukaan bola. Jika bola mulus dan tidak berpusing, jaraknya dari permukaan bola sama. Akan tetapi jika bola berpusing, lapisan batas terpisah dari bola secara tidak simetrik, maka lapisan batas menutupi suatu bagian yang lebih luas di satu sisi daripada di bagian lain. Akibatnya bagian permukaan bola yang mengalami tekanan rendah lebih lebih luas di satu sisi daripada di sisi yang berlawanan, maka bola cenderung terdorong ke salah satu sisi.

Dalam pelengkungan (swing) konvensional (yang dihasilkan oleh efek Magnus-Robins), spin yang dialami oleh bola membawa selapis sangat tipis udara bersamanya. Ini menyebabkan lapisan batas terdorong ke belakang pada sisi bola tempat spin bergerak searah dengan aliran udara sekitar, dan terdorong ke depan pada sisi bola yang bergerak berlawanan arah dengan aliran udara. Hasilnya adalah tekanan lebih rendah pada sisi tempat lapisan batas mengalami pemuluran, yang menyebabkan bola melengkung ke arah tersebut. Itu sebabnya spin searah jarum jam menyebabkan bola melengkung dari kiri ke kanan. (Sebuah cara lain untuk menjelaskan kejadian ini adalah mengatakan bahwa pergeseran titik pisah lapisan batas mendorong garis-garis aliran udara di sekeliling bola ke satu sisi, sehingga bola melengkung ke arah lain.)

Semua tadi mengandaikan bahwa aliran dalam lapisan batas bersifat laminer, dengan tiap aliran berlapis secara rapi di atas yang lain. Dalam praktik, ada bagian aliran udara yang mengalami turbulensi, bergerak secara kacau di sepanjang lapisan, dan inilah yang dapat menimbulkan pelengkungan ke arah berlawanan (reverse swing).

Eksperimen menunjukkan bahwa lapisan-lapisan turbulen bisa lekat lebih lama dengan permukaan bola daripada lapisan-lapisan laminer. Maka jika lapisan batas turbulen di satu sisi dan laminer pada yang lain, tekanan pada sisi turbulen akan lebih rendah dan bola akan melengkung ke sisi itu.

Dalam situasi tertentu, turbulensi dapat berkembang lebih dahulu pada sisi bola yang bergerak melawan aliran udara, sehingga lapisan batas di sini terlambat berpisah. Hasilnya adalah pelengkungan ke arah sebaliknya (reverse swing). Entah turbulensi akan berkembang atau tidak bergantung pada jenis bola, kecepatan, ukuran dan spin, maka reverse swing menjadi lebih umum pada olahraga tertentu dibanding pada yang lain (lihat jawaban-jawaban mendatang).

Olahraga seperti cricket, yang menggunakan bola dengan beberapa baris jahitan di bagian tengah, memberi para pemain peluang lebih besar untuk menghasilkan baik swing maupun reverse swing melalui turbulensi. Pemain yang terampil dapat memukul bola sedemikian sehingga bola mengalami spin dengan jahitan selalu membentuk sudut tertentu ke arah udara yang menyongsongnya.

Jahitan tersebut memengaruhi aliran udara, menyebabkan lapisan batas mengalami turbulensi hanya pada bagian berisi jahitan.

Akibatnya lapisan batas di sini terpisah lebih lambat sehingga swing yang dihasilkan luar biasa.

Dengan pukulan yang sangat kencang swing dapat dibuat ke arah berlawanan. Pada kecepatan sangat tinggi yang dihasilkan oleh bowler kelas dunia (lebih dari 130 km per jam), udara bergerak begitu cepat sehingga lapisan batas menjadi turbulen bahkan sebelum sampai ke bagian bola yang berisi jahitan. Dalam hal ini jahitan justru mendorong lapisan batas sehingga keterpisahannya dari bola di bagian jahitan terjadi lebih cepat. Dalam hal ini bola secara tak terduga melayang dengan swing ke arah berlawanan daripada biasa. Inilah yang terkenal dengan sebutan ten-bob swerver.

Efek ini pun dapat dihasilkan oleh pemain cricket biasa, menggunakan bola yang dikerok, karena permukaan kasar memungkinkan lapisan batas turbulen berkembang lebih mudah.

Taktik ini tentu saja bertentangan dengan peraturan.

-**Editor**

Pelengkungan ke arah berlawanan yang dialami oleh bola sepak plastik terjadi akibat separasi lapisan batas. Pada sisi bola tempat kecepatan relatif udara dan bola lebih besar, aliran dalam lapisan batas menjadi turbulen. Pada sisi lain aliran tetap laminer. Lapisan batas laminer memisahkan diri dari permukaan bola begitu aliran udara tidak lagi mendorongnya ke permukaan. Sebaliknya, lapisan batas turbulen tetap kontak dengan permukaan di sekeliling bola. Akibatnya olakan di belakang bola mengalami perubahan arah menjadi berlawanan dengan arah rotasi bola. Ini pun menghasilkan sebuah gaya ke arah sisi bola yang bergerak berlawanan arah dengan aliran udara (dari kanan ke kiri untuk sebuah bola yang berpusing searah jarum jam).

Eksperimen menunjukkan bahwa faktor utama yang mengatur arah pelengkungan bola adalah nisbah laju rotasi permukaannya terhadap laju translasi bola. Pelengkungan ke arah sebaliknya terjadi ketika nisbah ini kecil (kurang dari 0,4), sedangkan efek Magnus terjadi pada nisbah-nisbah lebih tinggi, yang barangkali sekaligus menerangkan mengapa bola tenis yang mengalami spin kencang melengkung berlawanan arah dibanding pelengkungan bola plastik.

Oliver Harlen

University of Leeds West Yorkshire, Inggris

Pelengkungan lintasan bola yang mengalami spin biasanya terjadi karena efek Magnus tetapi, lebih dari seabad sebelum Heinrich Magnus, Benyamin Robins telah menyelidiki perilaku bola-bola meriam yang meluncur sambil berpusing dan pada tahun 1742 ia menerbitkan sebuah penjelasan tentang mengapa, bahkan pada hari tanpa angin, mereka melengkung dari lintasan yang diharapkan.

Brian Wilkins

Wellington, Selandia Baru

Banyak penjelasan yang diterbitkan sekarang merujuk ke efek Magnus-Robins. Barangkali ada baiknya kita ingat bahwa Isaac Newton pada tahun 1672 pernah mengulas bagaimana lintasan sebuah bola dipengaruhi oleh spin.

-**Editor**

[?] Merah membara

Permukaan besi atau baja bersih yang baru menjalani proses tempering dengan cara pendinginan setelah pemanasan sering tampak warna-warni, apa sebabnya? Warna-warna berkisar antara kuning ketika logam dipanaskan hingga sekitar 200 derajat C, hingga keemasan, cokelat, ungu, biru dan akhirnya hitam ketika dipanaskan hingga sekitar 600 derajat C. Dan karena lapisan oksidasi berwarna biru atau ungu pada komponen mekanik dari baja sering masih bagus pada jam-jam yang berasal dari abad silam, apa yang menyebabkan lapisan berwarna yang transparan ini begitu awet?

John Rowland

Allesyree, Derbyshire, Inggris

Gas-gas panas dari tungku pembakaran yang digunakan untuk baja perlakuan panas mengoksidasi unsurunsur alloy yang ada di dalamnya, seperti kromium, membentuk sebuah selaput permukaan yang tipis.

Selaput ini ketika mengalami interferensi dengan gelombang-gelombang cahaya tampak menghasilkan warna-warna seperti yang disebutkan oleh penanya. Ketebalan selaput-selaput tadi menentukan warna yang tampak pada baja ketika berinteraksi dengan cahaya dengan panjang gelombang berbeda. Selaput-selaput lebih tipis, yang terbentuk pada temperatur rendah, kelihatan kuning atau keemasan. Selaput-selaput lebih tebal menjadikan baja tampak biru muda. Selaput yang paling tebal tampaknya menghasilkan biru gelap dan akhirnya hitam.

Warna-warna hasil proses tempering pada baja yang bersih dan polos sesungguhnya sangat rapuh, dan mudah sekali hilang ketika karat menjadikan selaput permukaan itu menebal melalui penambahan lapisan oksida-oksida besi terhidrasi.

Banyak komponen dalam jam berusia seratus tahun yang disebutkan di atas mempunyai warna tempering yang awet karena kebiasaan mencelupkan baja tersebut ke dalam minyak spemaceti dari kepala sejenis ikan paus (sperm whale). Minyak spermaceti ini memberikan pelindung seperti lilin yang transparan ke atas selaput oksida, menjadikan warna-warna itu awet sekali. Penggunaan teknik ini secara luas telah menyebabkan populasi sperm whaie sangat berkurang.

Dale McIntyre Dhahran, Arab Saudi

[?] Ruang udara

Kami telah mencoba eksperimen yang diajarkan oleh guru-guru sains dengan lilin bernyala yang didirikan dalam piring berisi air kemudian ditutup dengan sebuah gelas terbalik. Tak lama setelah itu iiiin mati dan permukaan air dalam gelas naik. Kami diajari bahwa kenaikan permukaan air terjadi karena oksigen dikonsumsi oleh lilin yang terbakar. Bagaimanapun, ketika ada empat batang lilin dalam gelas, permukaan air dalam gelas bertambah jauh lebih banyak. Mengapa?

Emma, Rebecca dan Andrew Fist

Norwood, Tasmania, Australia

Pertanyaan Emma, Rebecca, dan Andrew tentang eksperimen lilin yang sebelumnya dianggap tidak perlu dibahas lagi menunjukkan betapa rasa ingin tahu anak yang cerdas sering mampu mendobrak penjelasan keliru yang telah diberikan

melalui pelajaran fisika selama berpuluh tahun.

Konsumsi oksigen mungkin memang sedikit banyak ikut menaikkan tinggi permukaan air, karena sekian mole volume oksigen dalam ruangan tertutup itu berturut-turut akan membakar sekian mole volume karbon yang sama pada lilin menjadi sekian mole volume karbon dioksida dan hidrogen menjadi dua mole volume uap air.

Sebagian dari yang pertama akan larut ke dalam air, sedangkan yang belakangan akan hampir seluruhnya mengembun menjadi air.

Ini jelas menyebabkan volume gas berkurang. Bagaimanapun, ada hal kecil yang luput dari perhatian: pengaruh penting panas yang dihasilkan oleh pembakaran lilin.

Begitu Anda memasang gelas terbalik ke atas lilin, penambahan jumlah lilin akan meningkatkan temperatur udara di situ lebih banyak dibanding ketika lilin hanya sebuah.

Segera setelah lilin padam, udara di sekitar menyusut karena menjadi dingin dan penyusutan ini berbanding lurus dengan kenaikan rata-rata temperatur udara dalam gelas. Oleh sebab itu lilin lebih banyak berarti panas lebih banyak, temperatur lebih tinggi dan permukaan air lebih tinggi.

Semua ini memberitahu kita bahwa kita tidak boleh langsung percaya kepada guru-guru sains tanpa mengajukan pertanyaan-pertanyaan yang terkait terlebih dahulu.

Leopold Flatin

Vienna, Austria

Selamat kepada anak-anak yang dengan eksperimen telah membuktikan kesalahan yang umum dalam buku-buku ajar tentang lilin, gelas terbalik, piring berisi air dan

habisnya oksigen dari dalam gelas. Melalui pengamatan bahwa empat lilin yang terbakar menyebabkan air naik lagi cukup tinggi ke dalam gelas, mereka telah menunjukkan bahwa penyebab utama efek ini adalah panas dari lilin, yang telah membuat udara di bawah gelas memuai. Mereka juga telah melihat bahwa pemuaian udara menimbulkan bunyi "glug, glug" sewaktu mereka keluar dari pinggiran gelas. Tak ada kejadian apa pun untuk beberapa saat setelah lilin mati, baru kemudian tinggi permukaan air bertambah sejalan dengan pendinginan dan penyusutan udara. Nyala sebuah lilin langsung padam begitu oksigen yang hanya sedikit habis. Maka salah jika mengatakan bahwa eksperimen ini menunjukkan proporsi oksigen di udara dengan cara kuantitatif.

Ian Russell

Interactive Science Limited, High Peak, Derbyshire, Inggris

Efek ini antara lain disebabkan oleh tebal tiga lilin yang di tambahkan ke bawah gelas. Anda akan mendapatkan efek yang sama menggunakan sebuah lilin tunggal dengan ketebalan berbeda. Makin tebal lilin, makin tinggi kenaikan permukaan air.

Air yang masuk ke dalam lilin sama saja, tetapi karena lilin mengambil ruang cukup besar, air terpaksa naik lebih tinggi.

Peter MacGregor

Greenock, Strathclyde, Inggris

[?] Kebijakan deflasi

Mengapa balon helium lekas menjadi kempis? Ketika anak-anak membawa pulang balon-balon mereka dari pesta ulang tahun, balon yang berisi helium sering menjadi kecii dan mengerut esok paginya. Saya tahu bahwa penyusutan tersebut antara iain terjadi karena pengempisan, tetapi dalam hal ini pasti ada penyebab lain karena balon yang berisi udara biasa kebanyakan bertahan jauh lebih lama.

John Storr

Great Corby, Cumbria, Inggris

Gas helium tidak hanya sangat ringan, ia pun beratom tunggal (monatomic)—partikelnya terdiri atas sebuah atom. Akibatnya, helium menjadi gas dengan partikel yang paling kecil. Dengan atom berdiameter hanya 0,1 nanometer, mereka sangat berpeluang terdifusi bahkan melalui lapisan logam. Karena mampu terdifusi melalui pori-pori kecil, helium digunakan untuk membantu memeriksa kebocoran dalam sistemsistem vakum di industri dan laboratorium. Molekul-molekul nitrogen dan oksigen mempunyai diameter jauh lebih besar daripada atom-atom helium, oleh sebab itu atomatom helium jauh lebih mungkin terdifusi melalui dinding balon. Ini seperti perbedaan antara mencoba melewatkan pasir dan kerikil melalui alat penyaring—pasir bisa lewat dengan jauh lebih mudah karena memiliki partikel lebih kecil.

Faktor kedua yang membantu meningkatkan kehilangan akibat difusi adalah balon terbuat dari bahanbahan viscoelastik dengan struktur berupa anyaman benang-benang polimer yang serba kusut—

agak mirip spagheti yang telah diaduk di atas piring. Benang-benang polimer tersebut tidak mungkin saling rapat dengan yang lain, selalu ada celah yang dapat disusupi oleh helium, maka bahkan pada tekanan rendah helium akan terdifusi melalui dinding. Ketika balon menjadi kempis, anyaman polimer telah mulur, artinya dinding balon menjadi lebih tipis (jarak tempuh helium untuk keluar melalui dinding menjadi lebih pendek), struktur molekul menjadi sedikit lebih terbuka (menjadikan difusi jauh lebih mudah), sementara tekanan sewaktu ukuran balon masih besar menyebabkan energi untuk difusi pun masih besar. Ini sebabnya deflasi cepat sekali pada awal proses, tetapi secara berangsur menurun ketika balon semakin kecil.

Balon helium komersial terbuat dari bahan-bahan yang tidak elastik dan tidak berpori selain memiliki lapisan tambahan untuk mencegah kebocoran lebih lanjut. Kendatipun demikian persentase kehilangan helium per hari masih signifikan. Ini tentu saja sudah cukup untuk membuat anak-anak kecewa karena balon yang kemarin masih bagus hari ini sudah tidak menarik lagi.

Gavin Whitaker

Heriot, Borders, Inggris

Atom helium sangat kecil dan ringan sekali. Ia dapat terdifusi dengan mudah sekali melalui dinding balon yang karena meral menjadi tipis, sementara pori-pori semakin lebar. Molekul udara (yang terutama terdiri atas oksigen dan nitrogen) lebih besar dan lebih berat maka meskipun sama-sama mengalami difusi prosesnya jauh lebih lambat. Selain tekanan dalam balon yang mendorong helium keluar melalui dinding, ada sebuah faktor lain yang meningkatkan aliran helium ke luar balon.

Karena hampir tak ada helium di udara, atom-atom helium yang saling tumbuk dalam balon jauh lebih banyak daripada atom-atom helium di luar, karena itu harus ada aliran netto ke arah luar.

Bagaimanapun, Anda akan melihat bahwa balon tidak akan kempis sampai rata sama sekali. Ini karena ketika helium berangsur-angsur keluar, ada molekul-molekul udara yang masuk karena kehadiran mereka di luar jauh lebih banyak. Akibatnya udara terdifusi ke dalam balon sehingga ukuran balon pelan-pelan membesar barang sedikit.

Harvey Rutt

Department of Electronics and Computer Science, University of Southampton, Inggris

[?] Lift yang terjun bebas

Andai Anda berada daiam sebuah iift yang terjun bebas, adakah yang dapat Anda kerjakan untuk mengurangi efek tumbukan dengan iantai dasar? Apakah meiompat tepat sebelum iift menyentuh lantai dasar ada gunanya?

Nigel Osborn

Amersham, Buckinghamshire, Inggris

Sebelum berpikir yang tidak-tidak, jangan terbuai oleh akal-akalan orang Hollywood, sebab sebuah lift hampir tidak mungkin jatuh sampai ke dasar, berkat Elisha Otis dengan rem pengaman peka percepatan yang telah dipatenkannya sejak abad kesembilan belas. Begitu sebuah lift mulai jatuh, seperangkat lengan berpegas langsung beraksi menghentikannya di cerobongnya.

Melompat tepat sebelum jatuh ke dasar hanya akan menunda tumbukan beberapa milisekon. Di samping itu, bagaimana Anda tahu kapan harus melompat? Jika Anda melompat terlalu cepat, kepala Anda akan terbentur langit-langit, dan selanjutnya Anda terbanting lagi ke lantai sewaktu lift menyentuh lantai dasar.

Bahkan meskipun Anda mempunyai waktu untuk melompat dengan tepat, upaya Anda baru berguna jika Anda memiliki kemampuan melompat sampai setinggi jarak jatuh lift (sebagai contoh, jika lift jatuh dari ketinggian 100 meter, hanya seseorang yang mampu melompat setinggi 100 meter ke udara akan selamat). Masalahnya, andai orang memiliki kemampuan ini, barangkali lift tidak perlu ada.

Keith Walters

Schofields, New South Wales, Australia

Apabila Anda melompat sesaat sebelum menyentuh lantai dasar, dengan kecepatan sama tetapi berlawanan arah dengan kecepatan jatuh lift, andai Anda mempunyai percepatan awal ke atas, Anda akan melayang ke arah atap lift. Selain itu melompat pun tidak mudah sebab barangkali Anda akan berada dalam keadaan tanpa bobot. Mudah-mudahan Anda dapat memanfaatkan benda apa pun untuk membuat Anda lepas landas.

Untungnya, tepat sebelum Anda menyentuhnya, atap tiba-tiba akan mengalami percepatan yang besar sekali menjauhi Anda (misalkan lift tidak berubah bentuk sesudah tumbukan!) sampai ia mempunyai kecepatan ke atas relatif sama dengan Anda. Begitu pula, lantai akan berbuat serupa, tetapi ke arah Anda. Setelah itu Anda dapat mendarat dengan ringan beberapa inci dari lantai dan berjalan ke luar dari lift ke

lantai dasar, yang akan meluncur ke atas dengan kecepatan relatif sama.

Bagaimanapun, ada satu atau dua masalah terkait dengan ini.

Untuk mencapai kecepatan seperti itu, Anda akan harus bisa melompat setinggi jarak jatuh lift. Dan bahkan andai Anda mampu melakukannya, percepatan untuk melompat seperti itu akan menimbulkan hentakan setara dengan hentakan ketika Anda jatuh menyentuh lantai dasar.

Kendatipun demikian, dengan alasan serupa, Anda boleh beranggapan bahwa bahkan sebuah lompatan kecil akan mengurangi benturan dengan lantai dasar.

Alex Wilson

Tuffley, Gloucestershire, Inggris

Saya dapat melihat tiga cara untuk menaikkan peluang selamat Anda, walaupun sedikit sekali. Cara pertama sudah disebutkan, yakni melompat sekeras mungkin tepat sebelum mendarat untuk meniadakan sebagian dorongan ke atas oleh lantai. Cara kedua adalah mencari benda empuk yang paling dekat dengan Anda.

Sebagai contoh Anda dapat menanggalkan baju untuk ditaruh di bawah Anda sebelum tumbukan. Ini akan memungkinkan perlambatan tumbukan, dan mengurangi kerusakan pada tubuh Anda barang sedikit. Apabila Anda tidak terlalu peduli dengan kaki Anda, barangkali Anda dapat mencoba berdiri sedemikian sehingga kaki akan bertindak sebagai crumple zone, walaupun hasil akhirnya pasti menjijikkan. Cara ketiga cenderung diremehkan. Anda dapat mencoba berbaring melebarkan diri selebar mungkin sambil berpegangan, maksudnya untuk meningkatkan luas permukaan lift. Ini diharapkan dapat mengurangi kecepatan terminal barang sedikit.

David Foale

Tollerton, Nottinghamshire, Inggris

[?] Sama-sama karbon tapi tidak hitam

Sewaktu bekerja di sebuah pabrik yang membuat bubuk karbon, saya melihat bahwa meskipun sudah mencuci tangan, roti sandwiches saya tetap terkena noda hitam sewaktu saya memegangnya. Ini membuat saya penasaran soal mengapa roti, atau sekalian saja, kentang, beras, dan gula, yang sebagian besar terdiri atas karbon, tidak berwarna hitam.

Douglas Thompson

Holywell, Flintshire, Inggris

Cara terbaik untuk menerangkannya adalah menggunakan contoh.

Natrium bereaksi dengan seru sekali ketika kontak dengan air, sedangkan klorin adalah gas berwarna hijau kekuningan yang sangat beracun. Akan tetapi, natrium klorida, senyawa yang mengandung kedua unsur tersebut, adalah garam dapur yang sama sekali tidak berbahaya. Ini menunjukkan bahwa sifat sebuah unsur berbeda sekali dengan sifat senyawa yang mengandung unsur tersebut.

Tepung hitam yang digunakan untuk menghasilkan fotokopi adalah karbon dalam wujud unsurnya yang asli tetapi digiling sampai halus sekali. Partikel-partikelnya sangat kecil dan tertata secara acak. Cahaya apa pun yang jatuh ke atasnya akan diserap dan tidak dipancarkan kembali, maka tepung ini tampak hitam.

Roti sandwich Anda jelas mengandung karbon tetapi tidak dalam wujud unsur. Di sini, karbon bergabung dengan oksigen dan hidrogen membentuk karbohidrat. Senyawa-senyawa ini memiliki sifat-sifat tersendiri yang berbeda sama sekali dari sifat unsur-unsur pembentuk mereka. Sepotong roti memancarkan kembali banyak cahaya dengan panjang gelombang berbeda-beda, maka ketika kita melihat roti pada siang hari, ia tampak putih.

Richard Honey

Ontario, Canada

Karbon dalam keadaan normal ditemukan dalam wujud benda padat yang amorf, artinya ia tidak memiliki struktur kristal yang tertentu. Karena itu, dan karena posisi elektron-elektron tertentu dalam orbit terluar atom karbon, cahaya terserap olehnya dan tidak dipancarkan kembali. Artinya atom-atom karbon dalam grafit, jelaga, dan kertas karbon tampak hitam.

Intan, yang juga karbon, dalam keadaan normal bening, karena struktur kristalinnya mengubah elektronelektron dan posisiposisi mereka untuk menciptakan kristal yang tak berwarna. Intan dapat diwarnai jika atomatom lain, biasanya logam, hadir dan mengubah ikatan-ikatan elektron untuk menghasilkan intan-intan biru, kuning, pink, dan hijau.

H. William Barnes

Warrington, Pennsylvania, AS

Karbon yang ada dalam makanan seperti roti dan kentang berada dalam wujud terhidrasi—karbon di situ secara kimia membentuk ikatan dengan air sehingga tidak tampak hitam. Untuk mendapatkan sifat hitam karbon itu kembali Anda perlu menyingkirkan air, biasanya melalui pemanasan. Ini sebabnya roti hangus berwarna hitam. Gula pun adalah gabungan antara karbon dan air. Akan tetapi tambahkan asam sulfat pekat kepadanya maka Anda akan melihat karbon hitam muncul begitu asam secara efisien "melahap" air dalam senyawa gula.

Duncan Hogg

Farnham, Surrey, Inggris